

Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Geološki odsjek

Dragan Vlasisavljević

**NASLAGE SREDNJEG MIOCENA
SVETONEDELJSKOGA BREGA**

Diplomski rad

Zagreb, 2017.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET
GEOLOŠKI ODSJEK

Dragan Vlasisavljević

NASLAGE SREDNJEG MIOCENA SVETONEDELJSKOGA BREGA

Diplomski rad
predložen Geološkom odsjeku
Prirodoslovno-matematičkog fakulteta
Sveučilišta u Zagrebu
radi stjecanja akademskog stupnja
dipl. inž. geologije

Mentor:
Prof.dr.sc. Jasenka Sremac

Zagreb, 2017.

Najtoplije se zahvaljujem mentorici prof. dr. sc. Jasenki Sremac na strpljivosti, otvorenosti, upornosti i stručnom vodstvu kroz svaki trenutak susreta i suradnje.

Karmen Fio Firi na savjetima, spremnosti na raspravu što mi je uvelike olakšalo pisanje ovog rada,

Tihomiru Marjancu na neiscrpnim informacijama, stručnosti i pomoći pri istraživanju,

Marijanu Kovačiću na razumijevanju i bezrezervnom ustupanju tokom studija,

Ani Majstorović-Bušić na razmjeni znanja i iskustava,

cijelom Geološkom odsjeku, gđi. Mariji Cindro, kolegama studentima i prijateljima,

te posebno svojoj obitelji na strpljenju i bezuvjetnoj potpori tokom studija.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Geološki odsjek

Diplomski rad

NASLAGE SREDNJEG MIOCENA SVETONEDELJSKOGA BREGA

Dragan Vlasisavljević

Rad je izrađen: Geološko paleontološki zavod, PMF, Zagreb, Horvatovac 102a

Sažetak:

U ovom su radu istraživane miocenske naslage na području Svetonedeljskoga brega sjeveroistočno od Zagreba. Izdanak se sastoji od 12 slojeva iz kojih su uzeti uzorci te su tri uzorka odabrana za detaljnije analize (uzorci slojeva 4, 6 i 7). Mikropaleontološkom analizom je određena starost naslaga: 1) pomoću provodnih vrsta mikrofosila i 2) prema karakterističnoj mikrofosilnoj zajednici. Uzorci su najbogatiji foraminiferama i ostrakodima. Na temelju nalaza provodnih vrsta foraminifera *Nonion bogdanowitzi*, te *Varidentella reusi* određena je sarmatska starost, a na temelju mikrofosilne zajednice je određena zona Elphidium haernium. U sloju 6 zabilježen je jači utjecaj slatke vode, jače oslađivanje te je stoga moguće oplićavanje i regresivni trend, sloj 7 pokazuje transgresivni trend te povratak morske faune. Na temelju opisanih parametara određeni su i paleoekološki uvjeti plitkog, toplog, mirnog okoliša, s povremenom utjecajem slatke vode, unutarnjeg šelfa do vanjskog šelfa.

Ključne riječi: Sarmat, foraminifere, ostrakodi, Svetonedeljski breg, Paratethys

Rad sadrži: 47+VII stranica, 8 slika, 9 tablica, 61 literaturnih navoda i 2 tabli

Jezik izvornika: hrvatski

Rad je pohranjen u: Središnja geološka knjižnica, Geološki odsjek, PMF

Mentor: prof.dr.sc. Jasenka Sremac

Neposredna voditeljica: Dr. sc. Karmen Fio Firi

Ocjenjivači: prof.dr.sc. Jasenka Sremac

izv. prof. dr. sc. Tihomir Marjanac

izv. prof. dr. sc. Marijan Kovačić

Datum završnog ispita: 28.09.2017.

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb
Faculty of Science
Department of Geology

Type

MIDDLE MIOCEN DEPOSITS OF SVETONEDELJSKI BREG LOCALITY

Dragan Vlasisavljević

Thesis completed in: Geološko paleontološki zavod, PMF, Zagreb, Horvatovac 102a

Abstract: This paper investigates Miocene sediments in the area of Svetonedeljski Breg northeast of Zagreb. Outcrop consists of 12 layers of which three samples selected for more detailed analysis (samples layers 4, 6 and 7). Micropalaeontological analysis determined age of deposits: 1) by a conductive type microfossils and 2) the characteristic mikrofossil community. Samples are richest in foraminiferal ostracodes biota. Based on the findings of indeks species of foraminifera *Nonion bogdanowitzi* and *Varidentella Reussi* determined Sarmatian age, based on Microfossil community is determined *Elphidium hauernium* zone. In the layer 6 there was a stronger freshwater influence, stronger sweetening and therefore possible shallowing and regressive trend, layer 7 shows transgressive trend and return to marine fauna. Based on the parameters described are shallow and paleoecological conditions, warm, quiet environment, the intermittent inflow of fresh water, the internal shelf to the outer shelf.

Keywords: Sarmat, foraminifere, ostrakodi, Svetonedeljski breg, Paratethys

Thesis contains: 47+VII pages, 8 figures, 9 tables, 61 references, and 2 plates

Original in: Croatian

Thesis deposited in: Geological library, Geološki odsjek, PMF

Supervisor: Professor Jasenka Sremac

Direct supervisor: Dr Karmen Fio Firi

Reviewers: Professor Jasenka Sremac

Associate professor Tihomir Marjanac

Associate professor Marijan Kovačić

Date of the final exam: September 28, 2017.

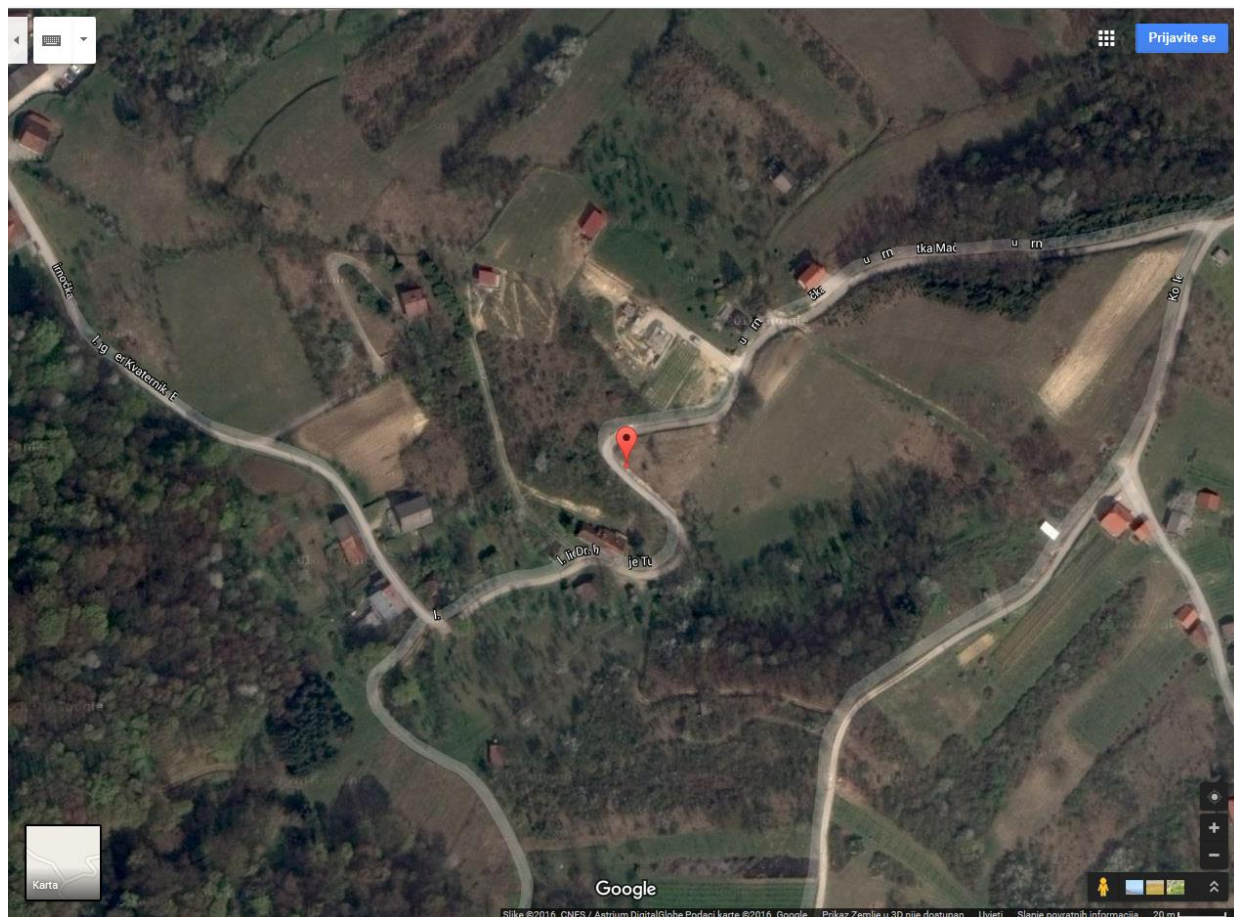
Sadržaj

1. UVOD.....	1
2. TEORIJSKA OSNOVA	
2.1. Miocen središnjeg Paratetisa	3
2.2. Taložni megaciklusi u Panonskom bazenu	6
2.3. Srednji miocen JZ Hrvatske	7
2.4. Sarmat	10
2.5. Dosadašnja geološka istraživanja	14
3. MATERIJALI I METODE ISTRAŽIVANJA.....	16
4. REZULTATI	
5.1. Mikrofosili	18
5.2. Nanofosili	23
5.3. Mineralna zrna	25
5. RASPRAVA	
6.1. Sarmatske naslage	26
6.2. Biostratigrafija	27
6.3. Paleoekologija	31
6. ZAKLJUČAK	38
7. LITERATURA	40
8. POPIS SLIKA	46
9. POPIS TABLICA	47
10. TABLE	VI

1. Uvod

Zadatak ovog diplomskog rada bio je detaljno analizirati srednjemiocenske naslage na području Svetonedeljskog brega koje se nalaze uz lokalnu cestu (slika 1), a protežu se u dužini od otprilike 25 metara. Visina izdanka varira od 4 do 6 m. Cijelom tom dužinom su vidljivi međusobno paralelni paketi laporovitih naslaga od kojih većina ima izraženu laminaciju, slojevi su nagnuti, te niz padinu završavaju u formi utočule bore.

Jasno se može razaznati dvanaest slojeva koji se međusobno razlikuju po debljini, laminaciji, veličini zrna, tvrdoći i boji sedimenta..



Slika 1: lokacijska karta područja izdanka. (izvor: Google earth, 26.01.2016.)

Donji dio izdanka je prekriven rastresitim materijalom koji se akumulirao pri dnu izdanka, te je također sa gornje strane prekriven korijenjem, viticama i proraslim biljem, zbog čega je bilo potrebno izdanak očistiti prije rada.

Na izdanku (Slika 2.) su uzeti uzorci iz svih slojeva na kojima su uočene promjene unutar paketa. Svi uzorci su prosijani, a za daljnju analizu su odabrani oni uzorci koji su pokazivali značajnu promjenu u diagenezi i raznolikosti mikrofosilnog sadržaja u odnosu na ostale koji su bili siromašniji mikrofosilima.



Slika 2: Panoramski prikaz izdanka

2. TEORIJSKA OSNOVA

2.1. Miocen središnjeg Paratetisa

Geodinamskim procesom nastanka mladih planina na granici eocen/oligocen Tethys ocean se na zapadnom dijelu odvojio na dva područja: Mediteran i Paratethys. Ta je podjela rezultirala i biogeografskom diferencijacijom zbog čega je bilo potrebno uspostaviti različite kronostratigrafske i geokronološke podjele za pojedino područje (tablica 1).

Tablica 1: Podjela miocena sa korelacijom Mediteranskog područja, Centralnog i Istočnog Paratetisa (prerađeno iz Leever et al. 2010)

0				
1	Quat			
2		Doba	Centralni Paratetis	Istočni Paratetis
3				
4	Pliocen	CANKLIJ	DACIJ	KIMERIJ
5				
6		MESIN	PONT	PONT
7				
8	Gornji Miocen	TORTON	PANON	MEOT
9				
10				HERSON
11				BESARAB
12			SARMAT	VOLIN
13		SERAVAL		Konk Karagan Cokrank
14			BADEN	
15	Srednji Miocen	LANG		TARKHAN
16				
17			KARPAT	KOCHAKUR
18		BURDIGAL	OTNANG	
19			EGERBURG	SAKARUL
20				
21	Donji Miocen	AKVITAN	EGER	KAVKAZ
22				
23				
24	Olig.	HAT		
25				

Paratethys je bio dijelom izolirano more s uskim prolazima koji su ga spajali ne samo sa Mediteranom nego i Indo-Pacifikom, a možda i sjevernim oceanom (Popov et al., 2006). Panonski bazen sadrži nekoliko podbazena koja se nalaze između kopnenih jedinica (Pavelić, 2010).

Unutar Paratethysa napravljena je podjela na zapadni, centralni i istočni dio, zbog sedimentoloških i paleontoloških razlika. Uzrok tome je kompleksan način mijenjanja veza Paratetisa sa Mediteranom i zapadnim Indijskim oceanom čije su veze mogle biti u obliku vodenih putova ili kopnenih mostova. Zbog toga su nastali izrazito komplicirani odnosi između paleobiogeografskih jedinica (Harzahauser & Piller, 2004)

Stalna refragmentacija Paratetisa i izolacija individualnih podbazena je dovela do razvoja endemske biote (Palcu et. al., 2015).

Izdizanje Dinarida tijekom srednjeg miocena uzrokovalo je značajnu promjenu u oceanografskoj i biotičkoj evoluciji Paratetisa. Taj geodinamični proces je limitirao vezu između Paratetisa i Mediterana (Toth et al., 2010).

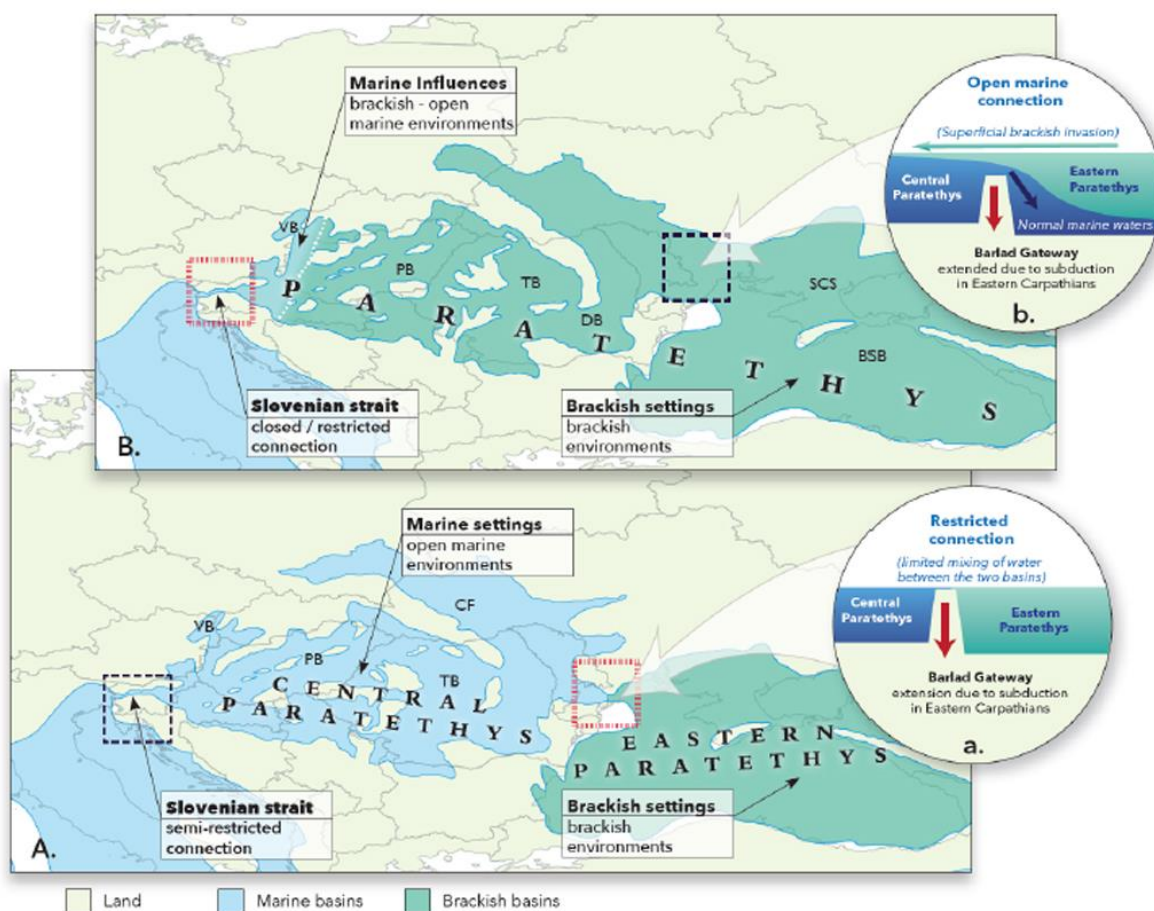
Sedimentacija na području Paratetisa je karakteristična po njenim posebnim paleookolišnim karakteristikama, što je uzrokovano povremenim povezanostima i prekidima sa Mediteranom (Tethys) (Pezelj et al., 2007). U kasnom badenu morski prolaz iz Mediterana do centralnog Paratetisa na području Slovenije je zatvoren. Međutim, ponovno se otvorio istočni Anatolijski put što je prepoznato po sličnosti mikrofosilnih zajednica Indo-Pacifičkog područja s onima u centralnom Paratethysu (Pezelj et al., 2007).

Većina badenskih naslaga se interpretira kao potpuno marinske, dok se za sarmatske naslage tradicionalno smatra da su bočate, tranzicijske prema slatkovodnom okolišu Panonskoga bazena (Cornee, 2009).

Tijekom srednjeg badena, jedina morska veza centralnog Paratetisa sa Mediteranom je bila kroz Slovenskog prolaza tzv. trans-Tetijskog koridora. Iako nije poznato točno vrijeme zatvaranja tog koridora nedavna istraživanja upućuju na to da je moguće da je bio otvoren, iako jako restriktivan, tijekom badena i ranog sarmata (Bartol et al., 2004). Marinski centralni Paratetis je u periodu kasnog badena spojen sa bočatim istočnim Paratetisom kada je otvoren Barlatski prolaz (Popov et al., 2014) za čije je postojanje dokaz jednosmjerna migracija faune kasnog badena iz centralnog u istočni Paratetis. Barlatski prolaz se početkom sarmata razvio u širok koridor otvorenog mora te su se dva Paratetijska predjela udružila u formiranje jednog jedinstvenog Paratetis mora (slika 3) sa znatno

uniformiranom, endemskom sarmatskom faunom što je indiciralo na efektivnu izmjenu vode između bazena. U prilog tome govori globalni porast morske razine koja je bila prije 12.64 milijuna godina što je pridonijelo izmjeni voda među bazenima Paratetisa (Palcu et al., 2015).

Slovenski prolaz je vjerojatno još uvijek bio aktivan, ali restriktivan u izmjeni vode tijekom ranog sarmata, generirajući unos slane vode pogotovo u najzapadnijem predjelu Paratetisa (Piller & Hatzhauser, 2005).



Slika 3: Evolucija prolaza između bazena centralnog i istočnog Paratetisa tijekom srednjeg Miocena (Palcu et al., 2015.).

- Paleogeografija kasnog badena (~12.65 mil. God.)
- Paleogeografija ranog sarmata (BSB-bazen crnog mora, CF-Karpataska udubina, PB-Panonski bazen, SCS-Scitijski šelf, TB-Transilvanijski bazen, VB-Bečki bazen, DB-Dacijski bazen).

2.2. Taložni megaciklusi u Panonskom bazenu

Neogensko-kvartarni slijed sedimenata Panonskog bazena može se podijeliti u tri taložna megaciklusa (Velić et al., 2002; Velić, 2007; Malvić & Velić, 2011).

Prvi megaciklus karakteriziran je heterogenim litološkim sastavom. Traje od ranog do srednjeg miocena i vezan je uz transtenzijsku, sin-riftnu tektoniku i ranu post-riftnu fazu razvoja Panonskog bazena, a traje do taloženja krovine sarmatskih sedimenata. Utjecaj tektonike na sedimentaciju u sin-riftnoj fazi je velik, a posljedica je raznolikost u uvjetima taloženja i brojnost litofacijesa (Saftić et al., 2003).

Drugi taložni megaciklus litološki je karakteriziran pretežno izmjenama pješčenjaka i lapora i svih prelaznih litologija. Traje od srednjeg do kasnog miocena i vezan je uz transtenzijsku post-riftnu termalnu subsidenciju bazena.

Treći megaciklus je pliocensko-kvartarne starosti, a sastoji se od pijeska, gline i šljunka i mjestimično lignita / treseta. Krajem prvog i početkom drugog megaciklusa je razdoblje prve transpresije u tektonskom razvoju Panonskog bazena koja je trajala tijekom sarmata (tablica 2).

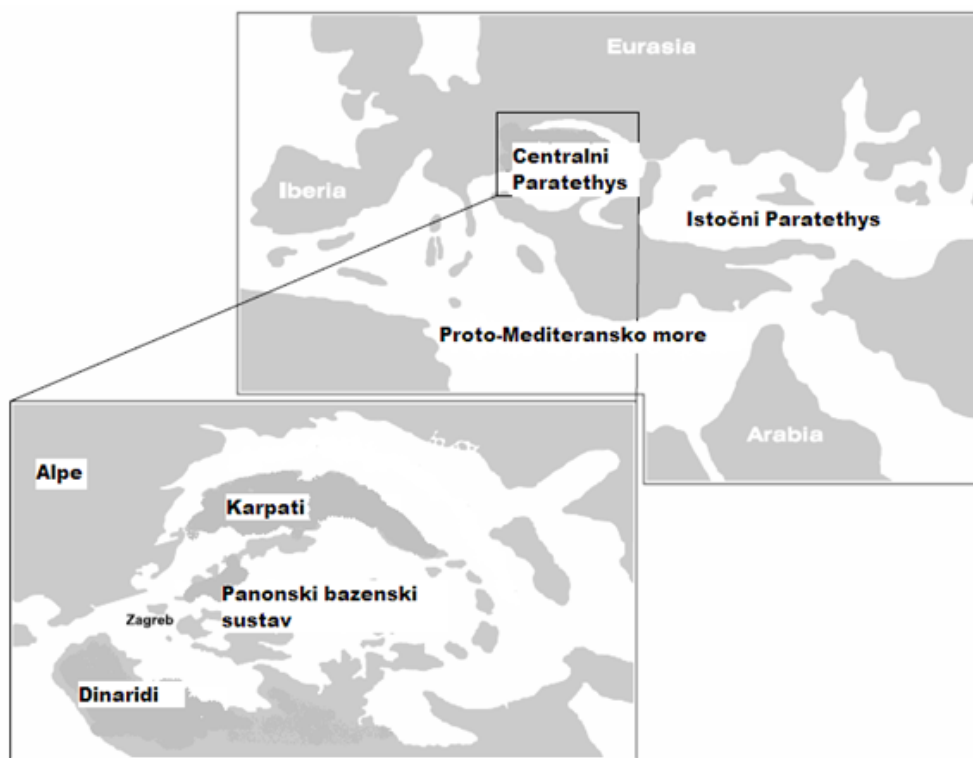
Tablica 2: Glavni tektonski događaji u neogenu hrvatskog dijela Panonskog bazena (Majstorović Bušić, 2011).

starost u milijunima godina																			
19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
otnang	kar-pat	baden				sarmat	panon				pont		dacij, romanij				pleistocen, holocen		
							rani		kasni		rani	kasni							
moguća djelomična ekstenzija		prva transtenzijska faza				prva transpresijska faza		druga transtenzijska faza						druga transpresijska faza					
		lokalno trošenje stijena s kopna i mehanizam donosa aluvijalnim lepezama				oplićavanje i smanjenje saliniteta		udaljeni klastični izvor materijala i mehanizam donosa turbiditnim strujama						završno strukturno formiranje, migracija ugljikovodika, kontinentalni okoliši					

2.3. Srednji Miocen JZ Hrvatske

Medvednica je otprilike 40 km duga planina u sjevernoj Hrvatskoj, koja se proteže sjeveroistok do jugozapad. Njezina jezgra je sastavljena od pred-kenozojskih stijena koje su okružene neogenskim (miocen, pliocen) i kvartarnim naslagama (Šikić, 1995). Područje proučavano u ovom radu je u razdoblju između donjeg miocena (egera) i srednjeg sarmata pripadalo zapadnom dijelu centralnog Paratetisa (Šikić, 1995). Sjevero-zapadni dio hrvatske tijekom srednjeg miocena pripadalo je jugo- zapadnom rubu Panonskog bazenskog sustava centralnog Parathetys-a (Pavelić, 2001; Pavelić, 2002; Pezelj et al., 2016).

Područje Sjeverne Hrvatske tijekom miocena paleogeografski je pripadalo jugozapadnom rubu Središnjeg Paratethysa, a u geotektonskom smislu činilo je jugozapadni dio Panonskog bazenskog sustava (slika 4).



Slika 4: Paleogeografska karta Centralnog Paratethysa, srednji miocen, modificirano prema Rogl, 1998, preuzeto iz Majstorović Bušić, 2016).

Panonski bazen, koji zauzima najveći dio Centralnog Paratetisa okružen je Alpama, Karpatima i Dinaridima. Sastoji se od niza manjih, dubokih depresija – Murska, Savska, Dravska i Slavonsko-Srijemska depresija. Panonski bazenski sistem (PBS) nastajao je tijekom ranog miocena kao posljedica ekstenzijskog procesa između Alpsko-Karpatkog i Dinaridskog orogenskog pojasa (Ćorić et al., 2009.). U to vrijeme prostor Medvednice je bio dio kopna. Potkraj gornjeg egera i za vrijeme egenburga dotadašnja paleogeografska slika se mijenja, granica kopno–bazen se pomiče prema sjeveru. Tijekom otnanga, tektonskim pokretima dolazi do nastanka manjih izoliranih i većih povezanih slatkovodnih bazena, a jezgra Medvednice je bila izdignuta.

Na prijelazu u karpat te početkom tog razdoblja zbog obnavljanja tektonskih pokreta dolazi do tonjenja bazena i transgresije na području sjeveroistočnog dijela Medvednice. Hrvatski sjeverni bazen (NCB, *North Croatia Basin*) zauzima sjevero-zapadni rub Panonskog bazenskog sustava (PBS, *Pannonian Basin System*) te centralno more Paratethys. Početna transgresija mora je datirana na razdoblje karpata (na prelazu u donji baden) te je prepoznatljiva po ekstenzijskom lakustričnom okolišu južnog dijela Jadranske ploče (Ćorić et al., 2009). Bazni dio sadrži fluvijalne sedimente, koje progradiraju u naslage otvorenog jezera. Morska transgresija je intrudirala u bazen tijekom perioda otvorenog jezera. Granica je očita po pojavljivanju morske faune kao što su planktonske i bentičke foraminifere, što indicira porast saliniteta te postavljenu vezu s otvorenim morem (Ćorić et al., 2009.).

Uspostavljanje veze Tethys-Paratethys vidljivo je po marinskoj sedimentaciji koja započinje transgresijom na slatkovodne naslage starijeg miocena. Transgresija doživljava maksimum na prijelazu u gornji baden, što je vidljivo po raspostiranju badenskih sedimenata koji transgresivno leže na starijim naslagama. Krajem badena zbog tektonskih zbivanja na širem prostoru Paratetisa dolazi do prekida veze s Tetisom.

Granica karpat/baden je karakterizirana značajnim padom razine mora. Flora i fauna ranog badena odražava miocenski klimatski optimum (MCO), zbog toga što su izuzetno smanjeni termofilni elementi što prati izmjenu biote tijekom kasnijeg badena i sarmata. Ovaj se događaj interpretira kao hlađenje klime tijekom „Monterejskog zahlađenja“, koji je nastupio prije 14.2 milijuna godina, što se poklapa sa porastom istočno-arktičkog ledenog pojasa (Jimenez-Moreno et al., 2005).

Badenske naslage transgresivno naliježu na lakustrične do marinske naslage donjeg miocena te pred-kenozojsku podinu formirajući paleo-otok na jugozapadnom rubu Panonskog bazenskog sustava (PBS-a). Te naslage su poznate po visokoj raznolikosti facijesa, te se rani, srednji i gornji baden jasno razlikuju zahvaljujući karakterističnim mikrofosilima i njihovoj distribuciji. Sedimenti kasnog badena odražavaju maksimum marinske transgresije i produbljivanje bazena, naliježući u većini slučajeva na pred-kenozojske podinske stijene (Pezelj et al., 2007).

Ponovno otvaranje Indo-pacifičkog prolaza krajem badena dovelo je do porasta razine mora. Određena su područja izronila iz mora dok su druga bila izložena transgresiji. Na kraju badena došlo je do oscilacije morske razine, posebice na rubnim područjima bazena (Bakrač et al., 2012).

Kraj badena je karakteriziran padom morske razine. To se objašnjava početkom izolacije središnjeg Paratethysa (Vrsaljko et al., 2005). Na sjevero-istočnom dijelu Medvednice opličavanje nije imalo utjecaja na sedimentaciju, ukazujući na to da je bazen bio dovoljno dubok da se održi stabilno taloženje, dok je u jugozapadnom dijelu, opličavanje dovelo do pojavljivanja i formiranja manjih otoka, odnosno stvaranja arhipelaga, koje je kasnije pratila nova transgresija u sarmatu (Vrsaljko et al., 2006).

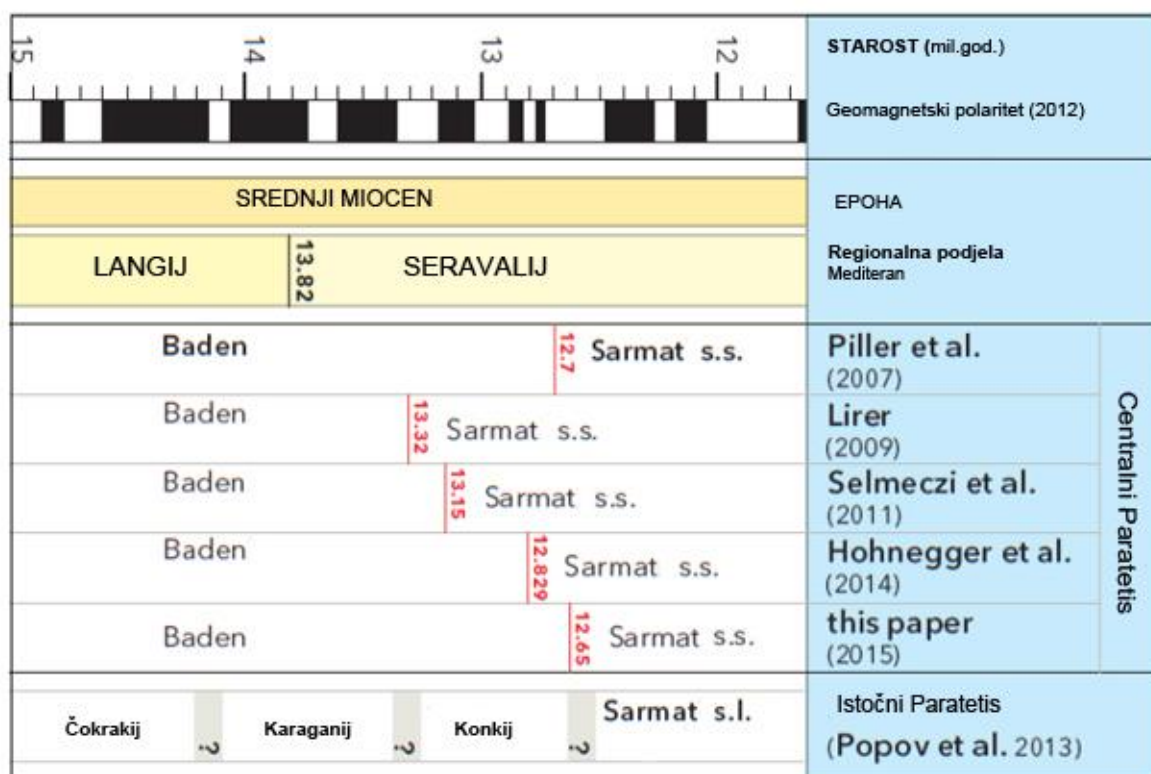
Kontakt badenskih i sarmatskih naslaga je nejasan jer se pojavljuje uglavnom na travnatim površinama (Cornee et al., 2009), također zbog neprekidne sedimentacije pri prijelazu iz perioda u period uz stalni utjecaj plimnih struja, mikro trasgresivno/regresivnih utjecaja te transporta prerađenog materijala i materijala sa kopna taloženog u bazenskom prostoru.

Tijekom sarmata počinje dijeljenje Parathetysa uz oslađivanje bazena, a početkom panona dolazi do izolacije panonskog dijela Parathetysa te nastanka Panonskog bazena. Tijekom sarmata i panona zbog tektonike dolazi do izraženih nejednakih vertikalnih kretanja blokova te spuštanja duž rasjeda. Sedimentacija se nastavlja u donjem pontu, za čijeg je trajanja Medvednica nisko kopno. Na granici miocen/pliocen područje bazena Hrvatskog zagorja je okopnjelo.

2.1.4. Sarmat

Naziv sarmat je uveo Eduard Suess 1866. godine, proučavajući sedimente Bečkog bazena. Pojam sarmat po definiciji obuhvaća sedimente formirane u centralnom dijelu Paratetisa, iako je bio i korišten za sedimente formirane na istočnom Paratetisu na području istočne Europe i Azije. Na tom području, pojam sarmat obuhvaća veći vremenski raspon i predstavlja katove Volin, Besarab i Herson. Originalna definicija sarmata *sensu stricto* obuhvaća početni vremenski raspon od 13.32 do 12.65 milijuna godina pa sve do 11.6 milijuna godina u centralnom Paratetisu, ovisno o mjerenjima iz različitih bazena i korelira s gornjim seravalom na prostoru Mediterana (Tablica 3).

Tijekom sarmata započela je izolacija Paratethysa koji je gotovo potpuno bio izoliran od Mediterana i Indopacifika, međutim Centralni i Istočni Paratethys su povezani.



Tablica 3: Raspon razdoblja sarmata u centralnom bazenu Paratetisa (Palcu et. al, 2015.).

Otvorena veza između Centralnog i Istočnog Paratethysa očituje se u sličnoj fauni koju karakteriziraju smanjeni broj stenohalinih vrsta (Piller et al., 2007).

Istraživanja pokazuju da je početkom sarmata marinski centralni Paratetis dobro povezan s istočnim Paratetisom koji je predominantno bočat, što je uzrokovalo dramatičnu

promjenu saliniteta u bazenu centralnog Paratetisa (Palcu et al., 2015.), dok je moguće da je manja, ograničenija veza sa Mediteranom postojala tijekom ranog sarmata koja je omogućavala uvjete veće slanosti u zapadnijim dijelovima bazena (Piller & Hartzhauser, 2005.).

U Centralnom Paratetisu sarmat se opisuje kao prijelaz iz marinske sedimentacije tipične za baden prema slabo bočatim do slatkovodnim sedimentima karakterističnim za panon. To je logično ako se uzme u obzir prekid veze Tethys–Paratethys na prijelazu baden/sarmat (Hartzhauser & Piller, 2004). Značajne paleoekološke promjene su se pojavile nakon prekida Paratethys-Tethys što je uvjetovalo velike promjene facijesa (Bakrač et al., 2012). Granica baden-sarmat je obilježena velikim izumiranjem marinskih vrsta u centralnom Paratetisu (Palcu et al., 2015.)

Podina sarmata definirana je pojavom specifične faune mekušaca i foraminifera što je omogućio uspostavu biostratigrafske podjele na temelju mekušca i bentičkih foraminifera. Prihvatljivu podjelu sarmata na prostoru centralnog Paratetisa objavili su Papp & Seneš (1974), koji naslage sarmata dijele na četiri zone, i to na temelju mekušaca i foraminifera iz bočatih vodenih područja. Za ovaj rad je značajna Alpsko-Karpataska podjela novijeg datiranja s rezultatima istraživanja iz većinu bazena Centralnog Paratetisa (tablica 4). Podjela na temelju foraminifera dijeli sarmat na donji, koji se djeli na Zone *Anomalinoides dividens*, *Elphidium reginum* i *Elphidium hauernium*, te na gornji sarmat kojeg predstavlja zona *Nonion granosum*.

Sarmat se može prepoznati po karakterističnoj sarmatskoj fauni, no sarmatske naslage sadrže i mnoštvo pretaloženih badenskih vrsta (Gebhardt et al., 2009).

Tijekom rane transgresije u sarmatu otprilike 12.5 Ma, u kojoj je more s istoka prodrlo u depresiju Paratetisa, velika količina badenskih marinskih sedimenata je erodirana i resedimentirana (Gebhardt et al., 2009).

Age (Ma)		Mediterranean stages	Plankt. forams	Nannoplankton	Mammal		Central Paratethys		Eastern Paratethys
					zones	ages	Alpine-Carpathian realm	Dacian Basin	Euxinian Basin
10	MIOCENE	Messinian			MN13	Turolian	Pontian (s. Stevanovic)	Pontian (s. Andrusov)	
		Tortonian	N17	NN11	MN12			7.0	
							8.5	Meotian	
			N16	NN10	MN11		Pannonian	9.4	
		N15	NN9	MN10	Sarmatian s. l.	Chersonian			
		N14	NN8	MN9		11.5	Bessarabian		
		Serravallian	N13	NN7	MN8	Sarmatian s. s.	Volhynian		
						13.5			
			N12	NN6	MN7	Badenian	L	Konkian	
			N11	NN5	MN6			Kasaganian	
Langhian			N10	NN4		16.5	M	Tshokranian	
		N9			Tarkhanian				
15			N8				E		

Central Paratethys						E Paratethys
Poland Luczkowska, 1998	Austria Grill, 1941, Papp,1974, Rögl,1998a Harzhauser & Piller,2004a	Czech Republic Slovakia Jiriček, 1972	Hungary Boda, 1974 Görög, 1992	Transylvanian Basin Popescu, 1995	Russia Andrusov,1902	
	Upper Sarmatian	Nonion granosum Zone	Porosonion subgranosum Zone	Spirolina austriaca Zone	Porosonion aragviensis Zone	Bessarabian substage
					Dogielina sarmatica Zone	
Elphidium hauerinum Zone	Lower Sarmatian	Elphidium hauerinum Zone	Elphidium hauerinum Zone	Elphidium hauerinum Zone	Elphidium reginum Zone	Articulina sarmatica Zone
Varidentella sarmatica Zone						
Cycloforina karreri ovata Zone						
Anomalinoides dividens Zone		Elphidium reginum Zone	Elphidium reginum Zone	Elphidium reginum Zone	Varidentella reussi Zone	Volhynian substage
	Anomalinoides dividens Zone	Cibicides badenensis Zone			Anomalinoides dividens Zone	

Tablica 4: Pojednostavljena podjela sarmata na temelju foraminifera (Toth et. al, 2010.).

Razdoblje sarmata odlikuje se raznovrsnim naslagama koje su rezultat taloženja u različitim taložnim okolišima (na što utječu čimbenici kao što su paleoreljef, intenzitet erozije, energija vode, lokalna tektonika) na relativno malom prostoru, stvarajući različite facijesne karakteristike okoliša.

U lagunarnom okolišu ograničena je veza s otvorenim morem što se očituje u fosilnoj zajednici, a sedimenti su sitnozrnati, dok je sedimentacija u okolišu dubljeg mora vrlo slična onoj u gornjem badenu a vidljivim prijelazom iz morskog u bočati okoliš.

Početak taloženja u sarmatu poklapa se s početkom transgresije (Vrsaljko et al., 2006). Veza Paratetisa s oceanom je bila ograničena, ali je promjena klime u humidnu mogla dovesti do porasta morske razine (Vrsaljko et al., 2006).

Erozija kopnenog materijala te njegova resedimentacija je bila glavna karakteristika te transgresije. Nakon taloženja u plitkovodnom području, kontinuirani rast morske vode je formirao bazen okvirno 100 metara dubok, što mijenja ekološke uvjete. Isto tako smanjenje saliniteta zbog ograničene veze sa morem rezultira pojavljivanjem novih vrsta bentičkih organizama: foraminifera, mekušaca, ostrakoda i slatkovodnih algi – haraceja (Vrsaljko 2006).

Na prostoru Medvednice za određivanje donje-sarmatskih naslaga važne su vrste roda *Elphidium*. U najstarijim sarmatskim slojevima vodeća je vrsta *Anomalinoides badensis* te *Anomalinoides dividens*, dok je *Porosonion subgranosum* najzastupljenija vrsta u najmlađem dijelu, a Miliolidae su najčešći oblici foraminifera u pješčenjacima priobalnih okoliša (Šikić, 1995).

Na granici baden/sarmat nestalo je nekoliko stenohalinih grupa morskih organizama (radiolarije, koralji, skafopodi, cefalopodi, brahiopodi, ehinoidi), a od svih grupa organizama, najbrojnije su eurihaline forme organizama Centralnog Paratethysa tijekom sarmata (Toth et al., 2010).

Neka istraživanja (Toth et al., 2010) dokazuju da je postojala uska veza između Istočnog Mediterana i Istočnog Paratethysa te da je povezivala Istočni i Centralni Paratethys pri kraju razdoblja sarmata.

2.5. Dosadašnja geološka istraživanja

Ovaj sažet pregled dosadašnjih istraživanja geologije neogena Medvednice napravljen je kronološkim redom. Navedeni su autori sa čijim radovima sam bio u dodiru ili koji su citirani u istraživanim radovima, a koji su imali povezanost i značaj za moj diplomski rad. Također su za vrijeme izrade diplomskog rada bili od značaja neki od završnih ili diplomskih radova koji su proučavali pojedine miocenske/sarmatske lokalitete.

Gorjanović-Kramberger- napisao je velik broj radova o "tercijaru" Medvednice. Prvi je objavio cjelovitu geološku kartu Medvednice s odgovarajućim tumačima za geološke karte, list Zagreb i Zlatar-Krapina. Unutar "tercijarnih" naslaga izdvojio je oligocen, stariji mediteran, mlađi mediteran (danas baden), sarmat i pliocen, te naglašava mjesta gdje su najrazvijenije sarmatske naslage.

Kochansky, V. (1944, 1956) istražuje i detaljno prikazuje naslage i faunu marinskog miocena na južnim i jugozapadnim stranama Medvednice.

Šikić, L. (1967, 1968) bavi se mikropaleontološkim istraživanjima, na osnovi kojih donosi nove spoznaje o stratigrafiji badena i sarmata. Po sastavu zajednice dokazuje kako nije bilo prekida sedimentacije između gornjobadenskih i donjosarmatskih naslaga, kako se do tada smatralo.

Bajraktarević (1982, 1984) detaljno prikazuje fosilnu mikrofaunu i nanofaunu laporovitih naslaga srednjeg miocena (baden i sarmat) pojedinih dijelova Medvednice.

Šikić, K. (1995) uredio je geološki vodič kroz Medvednicu gdje opisuje naslage Medvednice iz razdoblja badena i sarmata.

J. Velić i suradnici (2002), J. Velić (2007), Malvić i J. Velić (2011) opisuju tri taložna megaciklusa u neogensko-kvartarnom slijedu sedimenata Panonskog bazena te smještaju sarmat u razdoblje prve transpresije koja je trajala krajem prvog i početkom drugog megaciklusa u tektonskom razvoju Panonskog bazena.

Pavelić (2001, 2002,) opisuje razvoj Središnjeg Paratethysa i Panonskog bazena.

Vrsaljko (2003) je na temelju fosilnih mekušaca unutar sarmata izdvojio Ervila – Mactra zonu. Vrsaljko sa suradnicima (2005) piše i o stratigrafiji i paleogeografiji miocenskih naslaga Žumberka i Svetonedeljskog Brega. Vrsaljko i suradnici (2006) na temelju mekušaca, foraminifera i ostrakoda daju pregled razvoja okoliša gornjeg badena i sarmata na području Medvednice.

Bakrač (2005) je u doktorskoj disertaciji dala palinološku zonaciju naslaga srednjeg i gornjeg miocena središnje i istočne Hrvatske.

Pezelj i suradnici (2013, 2016, 2017) na osnovi distribucije foraminifera analiziraju paleookoliše južnog dijela Panonskog bazena tijekom srednjeg miocena, proučavaju i mikrofosile u slijedu sedimenata prijelaza iz badena u sarmat na lokaciji Donje Orešje.

Majstorović-Bušić i suradnici (2015) opisuju sarmatski paleookoliš na temelju mikrofosila na području Svete Nedjelje.

3. Materijali i metode istraživanja

Na terenu su prikupljeni uzorci iz dvanaest slojeva laminiranih lapora. Svi uzorci su obrađeni klasičnom metodom mokrog sijanja u laboratoriju Geološko-paleontološkog zavoda Prirodoslovno-matematičkog fakulteta.

Od svakog uzorka obrađeno je oko 400 g, usitnjeni uzorak se namakao u vodi s dodatkom vodikovog peroksida tijekom najmanje 24 sata. Uzorci su različito reagirali na peroksid, ovisno o tome koji su udio organske tvari sadržavali.

Za postupak muljenja korištena su sita dimenzija 1, 0.5, 0.25, 0.2, 0.125, 0.063 mm. Svaka frakcija je vagana u mokrom i suhom stanju. Ispiranjem uzorka u postupku šlemanja, odvojila se najstinja frakcija manja od 0,0063 mm, a preko mase ostatka se proračunavala masa frakcije koja nedostaje. Preostali mineralni materijal je izdvojen za detaljniju determinaciju naslaga te opisa uvjeta taloženja.

Nakon mikroskopskog pregleda sadržaja uzorka, količine i tipa fosilnog sadržaja te specifičnosti mineralnih zrna, izdvojena su tri uzorka za daljnje analize zbog svoje specifičnosti i karakteristike odražavanja promjena po uzorku. Izdvojeni uzorci su označeni: DV-SvN-B4, DV-SvN-B6, DV-SvN-B7.

Mikrofosili koji su služili za daljnje odredbe i određivanje mikrofosilne zajednice izdvojeni su u Frankove ćelije. Za pregledavanje uzoraka korišten je stereo mikroskop Olympus-SZX10. Odvojeni sadržaj fotografiran je u foto-aparatom Canon EOS 1100, a fotografije su pohranjene pomoću programa Quick PHOTO CAMERA 3.0.

Determinacija vrsta i taksonomska odredba fosila rađena je tijekom i nakon mikroskopiranja te nakon fotografiranja usporedbom s radovima koji su se bavili sličnom tematikom na širem području. Reviziju taksonomske odredbe za foraminifere je provela Ana Majstorović Bušić.

Pri određivanju mikrofosila korištena je literatura: Murray (2006); Papp & Schmid (1985) te znanstveni radovi: Branzila (2004); Fordinal et al., (2005); Ćorić et al. (2009); Toth, (2008); Toth & Gorog, (2008); Toth et al., (2009); Toth et al., (2010); Jasionowski, (2012); Gebhardt et al., (2009); Filipescu et al., (2010); Filipescu et al., (2014). Korištene su i baze podataka vrsta na internetu: www.foraminifera.eu (3.6.2017), www.marinespecies.org (3.6.2017), www.fossilworks.org (32.07.2017).

Iz suspenzije je uzet materijal za analizu nanoplanktona. Uzorke je pripremio Šimun Ašćić, prof. geologije i geografije, na sljedeći način. Odvojeni materijal je centrifugiran, u nekoliko faza, kako bi se odvojila najsitnija frakcija (čestice manje od dimenzija nanofosila), te je preostali talog pomoću kapaljke prenesen na predmetno stakalce i podvrgnut zagrijavanju. Nakon što je isparila sva tekućina dodan je kanadski balzam pomoću kojeg je nalijepljeno pokrovno stakalce. Preparat je nakon hlađenja označen te spreman za mikroskopiranje.

Mikroskopiranje je obavljeno pomoću „Zetopan Reichert“ svjetlosnog mikroskopa, na povećanjima 1250x i 1600x. Fotografije su snimljene pomoću Canon EOS 400D sustava.

Za determinaciju nanofosila korišteni su izvori: Perch-Nielsen (1985), Bown (1998), Bartol (2009) te <http://ina.tmsoc.org/Nannotax3/index.php?dir=Coccolithophores>.

Izvori za određivanje nanofosila su: Perch-Nielsen (1985), Bown (1998), Bartol (2009) te <http://ina.tmsoc.org/Nannotax3/index.php?dir=Coccolithophores> (15.9.2016).

4. Rezultati

4.1. Mikrofosili

Uzorci su odvojeni u frankove ćelije po skupinama 1) Elfidiji, 2) ostale staklaste foraminifere, 3) Miliolide, 4) Ostrakodi i 5) ostali fosili. U uzorcima dominiraju foraminifere i ostrakodi koji su relativno dobro očuvani te raznovrsni po brojnosti rodova i vrsta. Primjerci su uglavnom ispunjeni mikritom, ponegdje otkrhnuti.

Sveukupno je određeno sedam rodova foraminifera sa šezdeset i četiri (64) vrste. Šest rodova pripada skupinama bentičkih foraminifera: rod *Elphidium* sa dvadeset i četiri (26) vrsta, skupina drugih Rotaliina ima sedam (7) vrsta, rod Lageniina ima sedam (7) vrsta, rod Nodosariida ima četiri (4) vrste, skupina Archaeochytina sa jednom (1) vrstom skupina Miliolina ima petnaest (15) vrsta. Planktonski rod *Globigerina* zastupljen je sa četiri (4) vrste.

Ostrakodi su predstavljeni sa dvadeset i osam (28) vrsta.

U sva tri uzorka je brojnost pojedinih nalaza fosilnog materijala po frakcijama bio uglavnom isti. U frakciji 1 milimetar su zaostali ostatci karbonatnih cjevčica serpulida. Nađeni su i ostatci biljnog trunja, fragmenti zuba riba, ribljih ljusaka i fragmenti kućica puževa i/ili školjkaša.

U daljnjim frakcijama su se spomenuti ostali ostatci drastično smanjili, dok se povećavao udio foraminifera tako da su frakcije najbogatije sa foraminiferama bile 0.2mm i 0.125 mm (slika 5). Općenito su uzorci najbogatiji foraminiferama, pogotovo su česti rodovi *Elphidium* i *Nonion*.

Ostrakodi se isto tako počinju pojavljivati u frakciji 0.5mm zajedno sa foraminiferama, a obilati su i raznoliki u frakcijama 0.2mm i 0.125mm. Miliolide se češće nalaze u manjoj frakciji od 0.25mm.



slika 5: Fossilna zajednica foraminifera iz uzorka DV-SvN B4, frakcija 0.2 mm.

DV-SvN-B4: Velika brojnost foraminifera, relativno velik broj jedinki sa značajnom raznolikosti rodova i vrsta. Uzorak sadrži šest rodova foraminifera. Dominira rod *Elphidium*, a najupečatljiviji su primjerci s bodljama, te druge staklaste foraminifere, a u manjem omjeru su ostale foraminifere sa ostrakodama i miliolinama. Ostrakodi se pojavljuju u većem broju vrsta, ali s malim brojem jedinki.

Elfidiji: Kućice su dobro očuvane, nađe se pokoja odkrhnuta. Većinom su ispunjene mikritom, a ponekad hematitnim i piritnim materijalom. Vidi se građa kućice koja je važna za determinaciju. Posebno se ističu vrste koje imaju razvijene bodlje na kućici. Zanimljivo je to što su nađeni juvenilni primjerci pojedinih vrsta. Od značajnih rodova i vrsta su: s bodljama: *Elphidium aculeatum* (d'Orbigny), *Elphidium josephinum* (d'Orbigny) , *Elphidium* sp., bez bodlja: *E. hauernium* (d'Orbigny), *E. fichtelianum* (d'Orbigny), te rijedi primjerci: *E. grilii* (Papp), *E. obtusum* (d'Orbigny), *E. flexuosum* (D'Orbigny), *Nonion bogdanowiczi* (Voloshikova), *Nonion havanese* (Cushman & Bermundez).

Ostale staklaste foraminifere: ovi primjerci su rijede ispunjeni sedimentom, a ima i čistih kućica. *Amonia becarrii* (Linee) te jako rijetko *Cibicides* sp. i *Rotalina* sp., *Amphistegina hauerina* (d'Orbigny) koja je piritizirana. Pojavljuju se i *Globulina gibba gibba* (d'Orbigny), *G. fissicostata* (Cushman & Oz), *G. myristiformis* (d'Orbigny), *G. ovata* (d'Orbigny), *Amphimorpha amchitkaensis* (d'Orbigny) te *Archaeochitina*. Od planktona *Globigerinoides quadrilobatus* (d'Orbigny) i *Orbulinoides beckmanii* (Beckman). Kućice miliolida ispunjene su mikritom, a nađene su vrste *Quinqueloculina hauerina* (d'Orbigny), *Quinqueloculina akneriana* (d'Orbigny), *Varidentella latelacunata* (Vengliniski), *Adelosina* sp., *Articulina problema* (Karrer), te su nađeni fragmenti roda *Batysiphon*.

Ostrakodi: Po brojnosti ih ima upola manje od foraminifera, izražena je velika raznolikost vrsta, ali ima malo jedinki svake vrste, ljuštore su im isto ispunjene mikritom te pokoja ima raspuknutu bijelu mineraliziranu koricu po površini. Jasnih su kontura i formi, a površina im je glatka s jasnom blagom ornamentacijom. Nađene su vrste: *Euxinocythere praebosqueti* (Suzin), *Calistocythere egregia* (Mehes), *Calistocythere incostata* (Pietrzeniuk), *Amnicythere* sp., *Amnicythere temnius* (Reuss), *Aurila notata* (Reuss), *Aurila merita* (Zalanyi), *Aurila mehesi* (Zalanyi), *Xestoleberis glabrescens* (Reuss), *Xestoleberis fuscata* (Schnider), *Loxocorniculum hastatum* (Reuss), *Hemicyprideis dacica* (Hejjas).

Ostali fosili: najčešći su dijelovi koščica, zubi i ljušaka riba, fragmenti kućica gastropoda i ljuštura školjaka, fragmenti rakovica, biljnog trunja, jako rijetko fragmenti Bryozoa. Izdvojene su i sferule (tabla 1, slika 9), staklaste kuglice tamno crvene do bordo boje koje mogu biti nepravilnog oblika i kao čiste, prozirne sfere, poneke sa zarobljenim mjehurićem zraka.

DV-SvN-B6: Uzorak sadržava 6 rodova foraminifera, koje su velike brojnosti u uzorku. Od rodova je značajna *Elphidium* s najvećom raznolikosti vrsta.

Ostrakoda ima manje od foraminifera, te ima manji broj vrsta i broj jedinki s kućicama ispunjenim sedimentom ponegdje do neprepoznatljivosti.

Elfidiji: kućice su ispunjene mikritom, ponekad sadrže svježije ili limonitizirane nakupine pirita. Uglavnom se teško raspoznaju elementi za determinaciju, osim kod velikih primjeraka kao što su primjerci vrste *E. crispum* (d'Orbigny). Općenito gledajući prevladavaju manji primjerci vrsta. Determinirane vrste koje su česte u uzorku su: *E. aculeatum* (d'Orbigny), *E. crispum* (d'Orbigny), *E. fichtelianum* (d'Orbigny), a u manjem broju su primjerci vrsta: *E. maccellum maccellum* (Fichtel & Moll), *E. grilii* (Papp), *E. obtusum* (d'Orbigny), *E. lister* (d'Orbigny), *E. subumbilicatum* (Czjzek), *E. laloviensis* (Vengliniski), *E. granocu* (d'Orbigny), *E. libatum* (Chapman). Česti su i primjerci roda porosonion: *Porosonion subgranosus subgranosus* (Egger), *Porosonion bogdanowiczi* (Voloshinova), *Porosonion martkobi* (Bogdanowicz).

Ostale foraminifere: Kućice su im također mikritizirane i slabo izraženih karakteristika za determinaciju. Značajne vrste koje se češće pojavljuju u uzorku su: *Ammonia becarii* (Linee), *Anomalinoidea susanaensis* (Browning), *Anomalinoidea* sp., *Globulina gibba fissiostata* (Cushman & Oz), a rijetki su primjerci vrsta: *Cibicides aknerianus* (d'Orbigny), *Amodiscus umbonatus* (Grzybowski). fragmenti *Dentalina acuta* (d'Orbigny), *Pyramdulina continuicosta* (Schubert), *Neugeborina longiscata* (d'Orbigny), te planktonska vrsta *Globigerina diplostoma* (Reuss) i *Orbulina suturalis* (Bronnimann), Miliolide su jako rijetke u uzorku, a one koje su nađene su jako nepravilne i robusne od mikritizacije. *Varidentella reusi* (Bogdanowicz), *Varidentella latecunata* (Vengliniski), *Quinqueloculina voloshinovae voloshinovae* (Bogdanowicz), *Cycloforina predcarpatica* (Serova), *Articulina problema* (Karrer), te zajednica batisifona.

Ostrakodi: ljuštore su ispunjene mikritom, većinom nježne građe te stoga jako krhke i osjetljive. Razaznaje se reljef i ornamentacija, ali nije baš izražena, uglavnom se radi o naborima oko ruba kućice i brave, te blaga naboranost ljuštore i rupice po površini, što ovisi o karakteristikama pojedine vrste. Determinirani su: *Cyprideis pannonica* (Mehes), *Senesia vadasi* (d'Orbigny), *Aurila notata* (Reuss), *Aurila merita* (Zalanyi), *Euxinocythere diafana* (Stancheva), *Amnicocythere tenius* (Reuss), *Darvinula* sp.,

Ostali fosili: biljni materijal, serpulidae: *Serpulina uralica* (Cehenykh), fragmenti brahiopoda, riba i školjkaša, dvije jasne ljuštore školjkaša, ali nedovoljno za determinaciju.

DV-SvN-B7: Uzorak sadržava najmanje fosila po brojnosti, nalazi se četiri roda foraminifera, a najviše primjeraka je iz roda *Elphidium*, a otprilike jednak broj fosila po brojnosti ima iz skupine ostrakoda. Primjerci su krupni i više ima krupnijih primjeraka nego manjih kod obje skupine. Primjerci su mikritizirani, ali se jasno vidi reljef i karakteristike fosila koje su iznimno razvijene.

Elfidiji: Kućice uglavnom ispunjene mikritom, jasno razvijen reljef i karakteristike vrste, rijetko pokoji primjerak je sa bodljama. Determinirane vrste su: *E. hauernium* (d'Orbigny), *E. fichtelianum* (d'Orbigny), *E. macellum macellum* (Fichtel & Moll), *E. aculeatum* (d'Orbigny), *E. grilii* (Papp), *E. reginum* (d'Orbigny), *E. cynicalis* (Jennings, 1936), *Nonion bogdanowiczi* (Voloshinova).

Ostale foraminifere: kućice su im čiste i jasne, rijetko se nađe neka ispunjena mikritnim materijalom. Uglavnom su sitnije građe pa su neke malo teže za odredbu na bazu vrste na temelju ornamentacije ili drugih karakteristika. Determinirane vrste su: *Globulina gibba* (d'Orbigny), *Globulina gibba fissicostata* (Cushman & Oz), *Lagena laevis* (Montagu), *Anomalina* sp., *Lagena* sp.. Miliolide imaju slabo mikritizirane kućice, uglavnom su jasne, prozirne i jako krhke. Uglavnom sitnijih primjeraka, a u uzorku ih ima u obilju. Determinirane vrste su: *Varidentella reussi* (Bogdanowicz), *Quinqueloculina voloshoviae ukrainica* DIDIKOWSKI, *Q. hauerina* (d'Orbigny), *Q. seminula* (Linee), *Q. ankeriana* (d'Orbigny), *Pseudotriloculina consobina* (d'Orbigny), *Articulina problema* (Bogdanowitz), *Pyrgo* sp.

Ostrakodi: Veliki primjerci sa izraženim karakteristikama na ljušturicama koje su mikritizirane te se zamjećuje bijela korica, ponegdje raspuknuta po površini. Determinirane vrste su: *Euxynocythere praebosqueti* (Suzin), *Aurila merita* (Zalanyi), *Aurila notata* (Reuss), *Loxoconcha porosa* (Reuss), *Xestoleberis* ex gr. *dispar*, *Cyanocytheridea leptostigma leptostigma* (Reuss), *Henryhowella asperrima* (Reuss), *Amnicocythere* sp..

Ostali fosili: Fragmenti Scaphopoda, fragmenti zuba riba, kralješci riba, fragment ljuštura rakovica, školjkaša, sitni gastropodi, sfere, pretpostavljeno od hitina, crvene do bordo boje, potpuno šuplje, kao sferične korice.

4.2. Nanofosili

Kako bi se detaljnije odredila starost naslaga, odnosno biostratigrafija, analizirani su i vapnenački nanofosili.

Tablica 5: Kronostratigrafski prikaz centralnog Paratethysa sa korelacijom vapnenačkih nanoplanktonskih zona (Ćorić et. al., 2009.)

M. A.	EPOCH	AGE	REGIONAL STAGES	CALCAREOUS NANOPLANKTON
15	MIOCENE Middle	SERRAVALLIAN	SARMATIAN	NN6
		13,65	BADENIAN	NN5
		LANGHIAN		
		15,97 ?		
		Early	BURDIGALIAN	KARPATIAN
	OTTNANGIAN			NN3
	EGGENBURGIAN			NN2
			20,43	
	AQUITANIAN		EGERIAN	NN1
	23,03			
OLIGOCENE Late	CHATTIAN		NP25	
		KISCELLIAN	NP24	

U uzorcima je nađeno malo nanofosila, a ono što se nalazilo je bilo loše očuvano. Vapnenački nanoplankton određen u pojedinom uzorku prikazan je u tablici 6.

DV-SvN-B4: *Coccolithus pelagicus* (Walich, 1877) Schiller, 1930 (Paleocen-danas), *Helicosphaera carteri* (Walich, 1877) Kamptner, 1954 (NN1-danas), *Sphenolithus* sp., *Pontosphaera* sp..

DV-SvN-B6: nema značajnih nanofosila.

DV-SvN-B7: *Calcidiscus leptoporus* Loeblich & Tappan, 1978 (NN2-rec.), *Cyclicargolithus floridanus* Bukry, 1971 (NP15-NN7), *Coccolithus miopelagicus* Bucry, 1971 (NN5-NN8), *Coccolithus pelagicus* Schiller, 1930 (paleocen-rec.), *Helicosphaera carteri* Kamptner, 1954 (NN1-rec.), *Pontosphaera multipora* Roth, 1970 (eocen-rec.), *Sphenolithus heteromorphus* Deflandre, 1953 (NN4-NN5).

Tablica 6: Distribucija nanoplanktona po uzorcima.

uzorak	vrste	zone nanoplanktona											
		←	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	→
DV-SvN B4	<i>Coccolithus pelagicus</i>												
	<i>Helicosphaera carteri</i>												
DV-SvN B7	<i>Calcidiscus leptoporus</i>												
	<i>Cyclicargolithus floridanus</i>												
	<i>Coccolithus miopelagicus</i>												
	<i>Coccolithus pelagicus</i>												
	<i>Helicosphaera carteri</i>												
	<i>Pentosphaera multipora</i>												
	<i>Sphenolithus heteromorphus</i>												

Iz uzorka DV-SvN-B4 ne može se preciznije odrediti starost, dok uzorak DV-SvN-B7 pokazuje nešto veći vremenski raspon, ali ako uzmemo u obzir da fosili mogu biti pretaloženi, gornja granica pojedinih vrsta na zonama NN5, NN7, NN8 se ne bi smjela uzeti u okvir nego period NN5 ili mlađe (osobna komunikacija, Š. Aščić).

4.3. Mineralna zrna

Mineralna zrna izdvojena iz uzoraka:

UZORAK 1 (DV-SvN-B4): Prevladavaju nepravilna, neprozirna karbonatna mineralna zrna, amorfna, samostalna ili u nakupinama ili agregatima koji su uglavnom štapičastog, zrnatog ili snopičastog hipidiomorfnog oblika (Tabla 1, slika 5 i 8). Od ostalih minerala u manjini izdvojen je framboidalni pirit (Tabla 1, slika 2), koji je u bubrežastim nakupinama koje su povezane mikritom. Nadalje su izdvojena prozirna zrna kvarca nepravilna oblika (Tabla 1, slika 4), trošena, prhka, porozna „hematitična“ zrna, limonitizirana zrna u proslojcima, slojićima ili po površini te zrna zahvaćena limonitizacijom i piritizacijom (Tabla 1, slika 1 i 3). Izdvojene su i sferule, staklaste kuglice tamno crvene do bordo boje koje mogu biti nepravilnog oblika i kao čiste, prozirne sfere, poneke sa zarobljenim mjehurićem zraka.

UZORAK 2 (DV-SvN-B6): Prevladavaju nepravilna, neprozirna, amorfna, bez sjaja karbonatna mineralna zrna, koja se pojavljuju kao zrnate nakupine, rijede solitarno, te također ima štapičastih kristalastih agregata po čijoj površini se može uočiti karbonatno otapanje. Karbonatna zrna mogu biti limonitizirana, pogotovo po rubovima, te sadržavati uklopljeni framboidalni pirit. Od ostalih minerala prevladava framboidalni pirit, hematit koji se pojavljuje u dva oblika, amorfni masivniji te porozni, prhki, rupičasti (Tabla 1, slika 1). Nalazimo gips koji je jako osjetljiv i lomljiv u obliku spojenih rombića i izduženih oblika te u školjkastoj formi (Tabla 1, slika 6,7), također nalazimo prozirno-mliječni kvarc (tabla 2, slika 3), te zrna glaukonita (tabla 2, slika 1).

UZORAK 3 (DV-SvN-B7): prevladavaju karbonatni kristalasti agregati matirani, neprozirni, ali ima i bistrijih nepravilnih kristalića spojenih u klastere povezanih mikritom, te fragmenata kristalnih druza. Framboidalni pirit u jako sitnoj formi, te pirit u izduženom nepravilnom obliku. Kvarc nepravilan i proziran. Hematitna zrna koja su šupljikava i krhka, te limonitizirana zrna, limonitizacija se javlja kao ovojnica karbonatnom zrnu. Nađeno je zrno galenita, opala te zelenog lističavog tinjca (tabla 2, slika 2, 4 i 5).

5. Rasprava

5.1. Sarmatske naslage

Slojevi su pretpostavljeno u normalnom superpozicijskom odnosu, obilježava ga sedimentacijski kontinuitet. Odnosi između slojeva nisu remećeni što ukazuje na kontinuirani stratigrafski slijed taloženja naslaga, a međusobno se razlikuju po određenim litološkim karakteristikama, debljini, boji, laminiranosti što ukazuje na promjene uvjeta taloženja. Sloj 1 je deo 10 cm sa izrazitom horizontalnom tankom laminacijom, lamina 0.5 cm, promjenjivih boja. To govori o kontinuiranom taloženju vrlo sitnog detritusa iz suspenzije uz česte promjene brzine sedimentacije uzrokovanih sezonskim klimatskim promjenama i promjenama u vrsti ili sastavu granulometrijskog materijala koji se taložio. Sloj 2 je svijetlije boje s 2 cm debelim pločicama, što govori o kontinuiranom taloženju iz suspenzije s duljim promjenama u sedimentaciji uzrokovanih sezonskim klimatskim promjenama i promjenama u materijalu koji se taložio. Sloj 3 je masivni, 10 cm svijetlo sedimentno tijelo.

Framboidalni pirit dokazuje utjecaj okoliša bez prisutstva kisika, anoksični ili disoksični okoliš u kojem se on može precipitirati organogenim putem ili kemijskom precipitacijom.

Hematitizacija, limonitizacija te kalcitične forme, kalcitna otapanja ukazuju da su u sedimentu djelovale porne vode.

Kristali gipsa, korice gipsa na ostrakodama su dokaz cirkulaciji pornih voda, moguće zasićenih iz kojih se izluživao gips. To je dokaz da za postdijagenetsko kretanje i isparavanje porne vode sa visokom slanošću.

Cijeli taj kontinuirani niz slojeva je postdijagenetskim tektonskim procesom formiran u poleglu boru. Posljedica toga je inverzan slijed naslaga u jednom krilu.

5.2. Biostratigrafija

Analizom determiniranih rodova i vrsta zaključio sam da proučavani izdanak pripada sarmatu, točnije donjem dijelu srednjeg sarmata ili zoni *Elphidium hauernium*.

Identifikaciju sarmata sam određivao preko 1) provodnog fosila i 2) jedinstvenom mikrofosilnom zajednicom za vremenski period

U uzorku 1 analizirana fauna predstavlja tipičnu faunu zone *Elphidium hauernium*. Osnovni predstavnici te faune su **E. haernium-Nonion-Amonia** zajedno sa ostrakodima- od kojih su neki provodni u sarmatu što je bila još jedna potvrda sarmata.

Provodna vrsta za sarmat je *Nonion bogdanowiczi* (Voloshinova)

Ostrakodi koji su zabilježeni kao provodne vrste sarmatskog vremenskog razdoblja su: *Euxinocythere prabosqueti* (Suzin), *Calistocythere incostata* (Pietrzeniuk), *Amnicocythere temnius* (Reuss), *Aurila merita* (Zalanyi), *Aurila mehesi* (Zalanyi). Za ostale vrste je poznato da su badenske vrste koje su preživjele u sarmatu.

Planktonske foraminifere (*Globigerinoides quadrilobatus* (d'Orbigny), *Orbulinoides beckmanii* (Beckmann)) koje su karakteristične po tome da imaju širok stratigrafski raspon, upućuju da je postojala veza sa otvorenim morem. S obzirom na siromašan broj primjeraka rekao bih da je oslabljena veza sa otvorenim morem.

Od ostalih fosila je bitno napomenuti da nisu značajni predstavnici određenog razdoblja, nema provodnih fosila te predstavljaju generalno biotu sarmata ili badena koji su preživjeli u sarmat, te neke specifično badenske vrste koje su očito pretaložene (tablica 7).

Tablica 7: Distribucija fosila za uzorak DV-SvN B4

Uzorak	porodica	rod	vrste	period					panon
				baden	sarmat				
				←	donji		srednji		
				A.badenensis	E.reginum	E.hauernium	N.granosum		
f o r a m i n i f e r e	Elphidium	E. aculeatum							
		E. sp.							
		E. josephinum							
		E. hauernium							
		E. fichtelianum							
		E. obtusum							
		E. grilii							
		E. flextosum							
		Porosonion subgranosus							
		Nonion bogdanowitzi							
		Nonion havanese							
	Rotaliidae	Amonia becarli							
		Cibicides sp.							
		Amphistegina hauerina							
		Rotalina sp.							
	Iagenidae	Globulina gibba gibba							
		G. nata							
		G. myristiformis							
		G. fissicostata							
	Miliolidae	Quinqueloquina hauerina							
		Q. ankeriana							
		Varidentella letacunata							
		Adelosina sp.							
	Globigerinidae	Articulina problema							
		Globigerinoides quadrilobatus							
		Orbulinoides beckmanii							
	o s t r a c o d a		Euxinocythere praebosqueti						
Callistocythere egregia									
C. incostata									
Amnocythere temnius									
Amnocythere sp.									
Aurila merita									
A. notata									
A. mehesi									
Xestoleberis glabrescens									
X. fuscata									
Ioxocorniculum hastatum									
Hemicypreides dacica									

U uzorku 2 nema glavnog predstavnika faune zone E.hauernium (*E. hauernium*), ali ima drugih kojih se povezuje sa grupom značajnih predstavnika tog vremenskog perioda , ***Elphidium*** (*E. fichtelianum* (d'Orbigny), *E. macellum* (Fichtel & Moll)) – ***Nonion*** (*N. subgranosus subgranosus* (Eggel)), sa kojima se u nekim radovima ubraja rod ***Porosonion*** (*P. martkobi* (Bogdanowitz), *P. martkobi* (Voloshinova)) – ***Ammonia*** (*Anomalinoides sp.*) (tablica 8).

Zanimljiva je pojava Milioline *Varidentella reusi* (slika 7, prikaz 6) koja je provodna za sarmat. Pojavljuje se u Transilvanijskom bazenu u ranijem vremenskom periodu starijeg sarmata po kojoj je i, po njihovoj podjeli, gornji dio donjeg sarmata zone (E. reginum) dobio naziv. To ide u prilog tvrdnji da su bazeni centralnog Paratetisa bili spojeni.

Unutar skupine ostrakoda isto ima provodnih za sarmatski period: *Aurila merita* (Zalanyi), *Aurila notata* (Reuss), *Euxinocythere diafana* (Stancheva), *Amnocythere tenuis* (Reuss), *Darvinula* sp..

Ima nekih koji su preživjeli u sarmat iz badena (*Senesia vadasi* (Reuss))

Planktonske vrste (*Globigerina diplostoma* (Reuss), *Orbulina suturalis* (Bronnimann)) upućuju da postoji slaba veza sa otvorenim morem, ali postoji mogućnost da si i pretaloženi.

Tablica 8: Distribucija fosila u uzorku DV-SvN B6

Uzorak	porodica	rod	vrste	period					panon
				baden	sarmat				
				←	donji A.badenensis	srednji E.reginum	gornji E.haernium	N.granosum	→
DV-SvN B6	f o r a m i n i f e r e		<i>E. aculeatum</i>						
			<i>E. crispum</i>						
			<i>E. fichtelianum</i>						
			<i>E. macellum</i>						
			<i>E. lister</i>						
			<i>E. obtusum</i>						
			<i>E. grilli</i>						
			<i>E. laloviensis</i>						
			<i>E. subumbilicatum</i>						
			<i>E. granocu</i>						
			<i>E. libatum</i>						
			<i>Porosononion subgranosus</i>						
			<i>P. martkobi</i>						
			<i>P. bogdanowitzi</i>						
			<i>Elphidium</i>						
			<i>Nonion subgranosus</i>						
			<i>Ammonia beccarii</i>						
			<i>Ammonialides sp.</i>						
			<i>Ammonialides susanaensis</i>						
			<i>Cibicides ankerianus</i>						
			<i>Amodiscus umbonatus</i>						
			<i>lagenidae</i>						
			<i>G. fissicostata</i>						
			<i>Dentalina acuta</i>						
			<i>Pyramidulina continuosa</i>						
			<i>Nodosariidae</i>						
			<i>Neugeborina longiscata</i>						
			<i>Quinqueloquina volshinovae</i>						
			<i>Varidentella reussi</i>						
			<i>Varidentella letacunata</i>						
			<i>Cycloforina predcarpatica</i>						
			<i>Miliolidae</i>						
			<i>Articulina sp.</i>						
			<i>Globigerina diplostoma</i>						
			<i>Orbulina suturalis</i>						
	ostracoda		<i>Euxinocythere diafana</i>						
			<i>Cyprideis panonica</i>						
			<i>Darvinula sp.</i>						
			<i>Amnocythere tenuis</i>						
			<i>Aurila merita</i>						
			<i>A. notata</i>						
			<i>Senesia vadasi</i>						

U uzorku 3 se ponovo nalaze tipični predstavnici E. haernium zone, *E. haernium-Nonion-Ammonia*, samo što nedostaju predstavnici roda *Ammonia*, koja je zamjenjena anomalinom (tablica 9).

Od ostrakoda se nalaze sarmatski provodni fosili koje smo neke spomenuli u predhodnim uzorcima: *Euxinocythere prabosqueti* (Suzin), *Aurla merita* (Zalanyi), *Aurila notata* (Reuss), *Amnicocythere* sp., te neki novi predstavnici *Xestoleberis* ex gr. dispar, *Cyanocytheridea leptostigma leptostigma* (Reuss).

Nema planktonskih vrsta.

Ponovno se javljaju provodne vrste za sarmat *Varidentella reussi* (Bogdanowitz) i *Nonion bogdanovitzi* (Voloshinova)

Te ostala fauna sarmata koja je bila prisutna i u badenu, s nekim predstavnicima badenske faune npr. (*Pyrgo* sp.) koji su pretaloženi.

Tablica 9: Distribucija fosila u uzorku DV-SvN B7

Uzorak	porodica	rod	vrste	period				
				baden	sarmat			panon
				←	donji A.badenensis	reginum E.reginum	srednji E.hauerium	gornji N.granosum →
DV-SvN B7	foraminifera	Elphidium	E. aculeatum					
			E. hauerium					
			E. fichtelianum					
			E. grilii					
			E. reginum					
			E. cynicalis					
			Nonion bogdanowitzi					
			Anomalina sp.					
		Lagenidae	Globulina gibba					
			G. fissicostata					
			Lagena sp.					
			Lagena laevis					
		Miliolidae	Quinqueloculina hauerina					
			Q. ankeriana					
			Q. voloshoviae					
			Q. seminula					
			Varidentella reussi					
			Pseudotriloculina consibrina					
			Pyrgo sp.					
			Articulina problema					
	ostracoda		Euxinocythere prabosqueti					
			Amnicocythere sp.					
			Aurila merita					
			A. notata					
			Loxoconcha porosa					
			Xestoleberis ex gr.					
			Cyanocytheridea leptostigma					
			Henryhowella asperrima					

5.3. Paleoekologija

Analize uzoraka su pokazale da je najprisutnija pojava bentičkih foraminifera i ostrakoda sa epifaunalnim načinom života uglavnom živeći kao epifitski organizmi na biljnom materijalu ili na supstratu. Ima u manjoj mjeri i nekih infaunalnih vrsta (vrste roda *Nonion*).

Velik broj rodova i vrsta govori da su ekološki uvjeti bili povoljni za foraminifere i ostrakode.

Na raširenost i zastupljenost ostrakoda utječe niz abiotičkih i biotičkih faktora. Najveći broj vrsta živi kao bentos i preferiraju mirnije okoliše za muljevitom i sitnozrnatom podlogom koja je bogata organskom materijom.

Kod marinskih vrsta ostrakoda su ljuštore robusne i često ornamentirane, dok su kod slatkovodnih one tanke i glatke. Bočate vrste mogu postići veliku brojnost populacije, zbog prilagodbe na veće promjene saliniteta, što je za većinu drugih vrsta pogubno.

Fosilni ostatak morskih trava je teško dokazati, ali se njihovo prisustvo može dokazati prisutnošću karakterističnih organizama, uglavnom foraminifera i ostrakoda. Iako elfidiji, miliolide i ostrakodi nisu živjeli isključivo na lišću morskih trava, njihovo prisustvo je indirektan dokaz fosilne zajednice morskih trava (Cornee et al., 2009). Morske trave su česta komponenta morskog okoliša kontinentalne platforme, obalnog okoliša umjerenih do toplih voda. Većina vrsta je stenohalina, ali ima i eurihalinih, euhalinih ili polihalinih (Jankoff et al., 1999).

Saznao sam da je većina nađenih elfidija prilagođeno plitkoj dobro prozračenoj bočatoj sredini vanjskog šelfa.

Rod *Nonion* je eurihalina do suboksična vrsta koja živi kao infauna.

Amonia becarri (Linee) je preživjela baden i živi u plitkoj, toploj, lagano bočatoj sredini kao infaunalna vrsta do dubine od 50 m.

Rotalide, amoniolides, amodiskus, amfistegina su tipične za plitku, bočatu sredinu, otvorenog mora.

Globuline su bentičke vrste koje žive na šelfu i padini, *Globulina gibba* (d'Orbigny) preživjela iz badena.

Lagene nastanjuju prostor vanjskog šelfa i neke žive kao infauna.

Orbulinoides je vjerojatno pretaložena iz plićeg lagunarnog okoliša, a *Orbulina* je predstavnik otvorenog mora do 100 m dubine.

Milioline su oportunistički organizmi prilagođeni svježijoj i plitkoj vodi do 50 m.

Articulina živi kao infauna u organski bogatoj, hladnoj, dubljoj sredini.

Biljno trunje je dokaz da je taložni okoliš obalna zona.

Euxinocythere, *Calistocythere*, sarmatske provodne vrste toplog, plitkog mora.

Aurila sarmatska provodna vrsta koja žive kao epifiti na morskoj travi, vole lagano bočatu sredinu mješovite podloge vanjskog šelfa.

Xestoleberis, epifiti, marinski, preživjeli sarmat, srednji i vanjski šelf.

Darvinula sp. Prilagođena na slatku vodu, jako reducirane slanosti lagune ili zaljeva.

Sloj 4: Najčešći su oportunistički elfidiji i rotaline, a manje po brojnosti milioline i lagenine. Elfidijska zajednica je predstavljena vrstama zone E. hauernium: *E. hauernium* (d'Orbigny) *E. josephinum* (d'Orbigny), *E. aculeatum* (d'Orbigny) koje imaju razvijene roščiće radi prilagodbe na supstrat.

Visok je postotak bentičkih epifaunalnih vrsta za koje je poznato da žive u plitkim, toplim bočatim sredinama, ukazuju na sedimentaciju u morskoj sredini na dubini od 70 do 100 m.

Poznate su i vrste koje žive kao infauna (*Nonion bogdanowiczi* (Voloshinova), *Nonion havanese* (Cushman & Bermudez), *Ammonia becarri* (Linee)) koje žive u toploj, plitkoj slabo bočatoj sredini od 50 do 70 m dubine.

Miliolidae nisu česte, poznato je za njih da su indikatori oksigeniziranih uvjeta, kojih nema uopće u dubljim djelovima bez prisutstva kisika, te da vole oslađenu vodu.

Ostrakodi su česte u uzorku, osobito sarmatske provodne vrste (slika 6), ali su manje brojni od foraminifera. Mikritiziranost ljuštura ukazuje na dugotrajnu sedimentaciju i premještanje ljuštura.

Ostrakodi su uglavnom prilagođeni kao epifitski organizmi mješovite podloge koje obitavaju u plitkom, toplom moru reducirane slanosti.

Aurila i *Xestoleberis* ukazuju na postojanje morske trave u sarmatskom moru (J.J. Cornee, 2009).

Aurila, *Xestoleberis* i *Calistocythere* su tipični za prostor unutarnjeg šelfa i kontinentalne rubove (Pezelj et al., 2007).

Xestoleberis glabrescens je vrsta iz morske sredine.

Pojava badenskih fosila ili fragmenata badenskih fosila ukazuje na eroziju tih sedimenata na kopnu i unos na mjesto taloženja, od tuda je taj jaki terigeni utjecaj na sedimentaciju i uvjete života. Unos svježije oksigenirane vode je omogućio dobre uvjete za razvoj epifitskih organizama, foraminifera i ostrakoda.

Biljno trunje ukazuje na relativno malu udaljenost kopna i mjesta sedimentacije.

Ograničen broj planktonskih primjeraka su dokaz ograničene veze sa otvorenim morem (Šikić, 1967)

Sve to ukazuje na priobalni mirni okoliš unutarnjeg do vanjskog šelfa od 70 do 100 m dubine, s jakim kopnenim utjecajem. U vanjskom šelfu je ograničena veza sa otvorenim morem i sedimenti su sitnozrnati te je aktivna resedimentacija badenskih fosila i onih iz plićih dijelova. Taj trend pokazuje i česta laminacija što ukazuje na česte promjene uvjeta i fluktuaciju vode na taložnom prostoru, točnije unutarnjeg do vanjskog šelfa koji može biti dubine do 70-100 metara, što odgovara većini predstavnika takvog okoliša nađenih u uzorku.



Slika 6: Sarmatski ostrakodi: 1. *Euxinocythere praboesqueti*, 2. *Amnocythere temnius*, 3. *Darvinula* sp., 4. *Aurila merita*, 5. *Aurila mehesi*, 6. *Aurila notata*, 7. *Loxoconcha porosa*, 8. *Cyanocytheridea leptostygma leptostygma*.

U sloju 6: postoji blaga promjena u trendu fosila. Osim izostanaka pojedinih vrsta, izostaje indeks vrsta glavna za odredbu Zone E. hauernium, naime, primjećena je njihova zamjena za druge vrste koje su paralelni nosioci te zone (*Porosononion*, *Amoniolides*), sa time i adaptirane na slične uvjete (slika 7)

Porosononion i *Anomalinoides* su karakteristični za plići šelfni okoliš do 50 m.

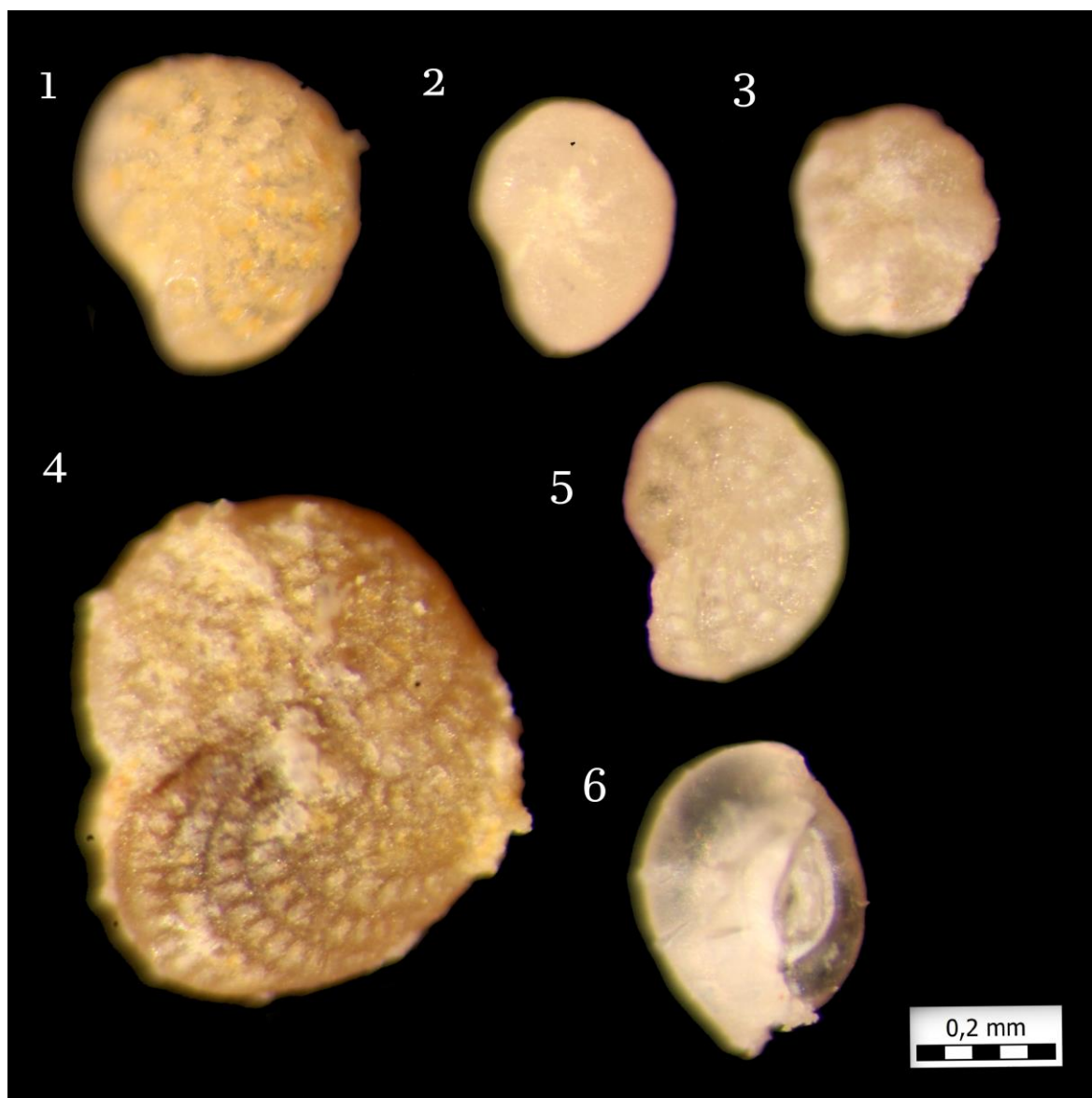
Foraminifera ima jako malo s roščićima te ima nekih velikih jedinki, to ukazuje na blagu promjenu podloge te na potencijalnu promjenu izvora/sastava nutrijenata.

Ostrakodi su u rijedi, te su manji slabijih ljuštura sa manje izraženom ornamentacijom, to je vjerovatno zbog toga jer su njihovu nišu preuzele foraminifere.

Pojava roda *Darvinula* koji je tipičan za jako reduciranu slanost, ako ne i potpuno slatku vodu, život u laguni ili zaljevu. Moglo bi upućivati na opličavanje, jači regresijski trend, tj. jači utjecaj slatkih voda.

Sama laminacija ukazuje na promjene u uvjetima taloženja. Rijedja je laminacija nego u sloju 4.

Zaključno, okoliš bi bio prostor unutarnjeg šelfa, vjerojatne dubine od 50 do 70 m. Dogodila se blaga promjena u oklišu i blaga promjena niše. Ukazuje se na jači utjecaj slatke vode, opličavanje te regresijski trend.



Slika 7: Značajni predstavnici *E.hauernium* zone: 1. *Elphidium hauernium*, 2. *Nonion bogdanovitzi* Voloshinova, 3. *Anomalinoides* sp., 4. *Elphidium fichtelianum*, 5. *Elphidium macellum*, 6. *Varidentella reussi*.

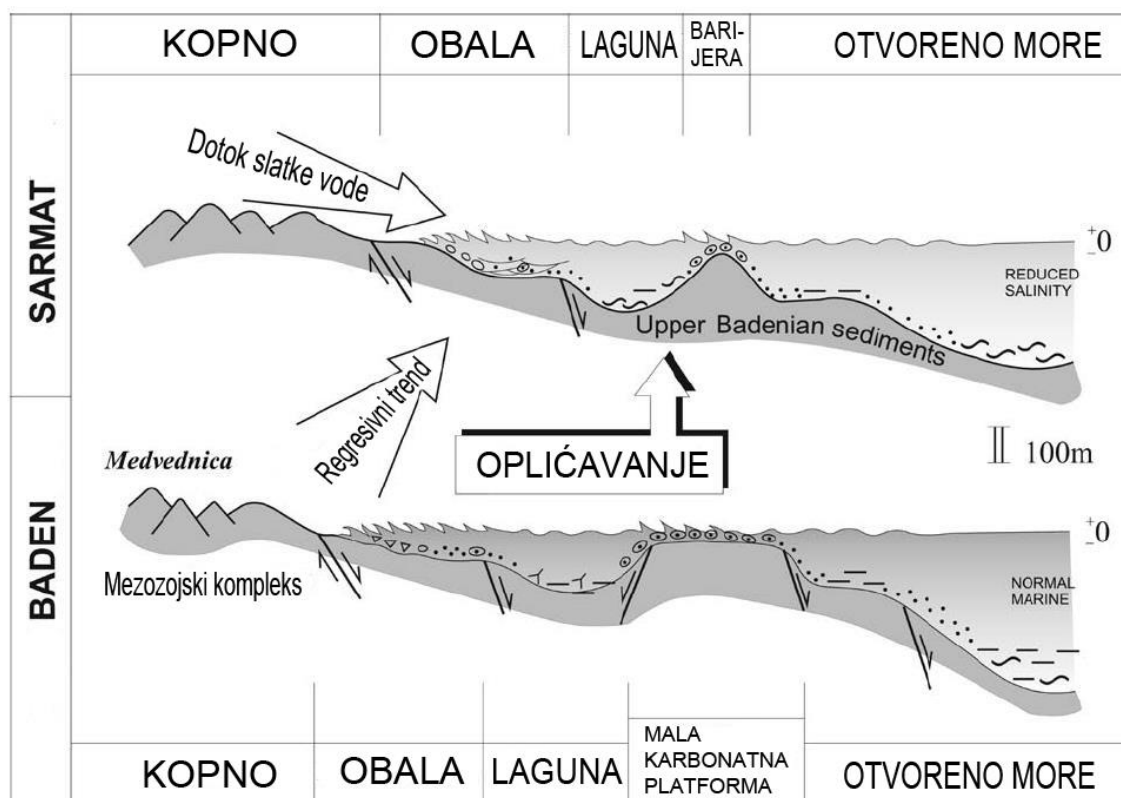
U sloju 7: je kontinuirani trend fosila kao iz sloja 4, sa ponovnom pojavom glavnog predstavnika zone E.hauernium, samo što dolazi do redukcije vrsta foraminifera, dok su ostrakodi brojniji te su primjerci krupni, dobro uhranjeni, što bi ukazalo da su preuzeli nišu od foraminifera s kojima su u kompeticiji.

Kao i u sloju 4 i sloju 6, fosilni primjerci su uglavnom bentički epifiti, s nekim infaunalnim (*Nonion bogdanowitzi* (Voloshinova)) primjercima.

Iznimno su rijetki sa roščićima.

Nema planktonskih vrsta, osim oskudnih vapnenačkih nanofosila što upućuje na ograničenu vezu sa otvorenim morem.

Očit je ponovni transgresivni trend iz plitkog, bočatog okoliša unutarnjeg do vanjskog šelfa, dubine 70 do 100 m sa jakim kontinentalnim utjecajem.



Slika 8: Promjene okoliša u badenu i sarmatu srednjeg Paratetisa (Vrsaljko, 2006)

6. Zaključak

Izdanak sedimentnih stijena na području Svetonedeljskoga brega sastoji se od 12 slojeva u nizu od kojih su odabrana tri reprezentativna uzorka iz slojeva 4, 6 i 7. Uzorci su obrađeni metodom muljenja.

Na uzorcima je izvršena analiza fosilne mikrofaune te su determinirani fosili na razini roda i vrste. U sva tri uzorka su reprezentativni fosili foraminifera i Ostracoda. Foraminifere su zastupljeni u većini sa skupinom *Rotaliida*, *Milioliina*.

Bio sam u mogućnosti determinirati sarmat pomoću 1) provodnih fosila i 2) fosilnih zajednica, točnije zonu *Elphidium hauernium* sva tri uzorka. Sarmat je determiniran prema provodnoj vrsti *Nonion bogdanowitzi* (Voloshinova), te prema provodnoj vrsti *Varidentella reusi* (Bogdanowitz) po kojoj je i nazvan period donjeg sarmata u Rumunjskoj.

Zona *Elphidium hauernium* je determinirana preko fosilne zajednice *E. hauernium* koja obuhvaća *E. haernium-Nonion-Ammonia* zajednicu, s promjenama u *Porosonion-Anomalinodes* predstavnika.

Pokušao sam odrediti i paleoekološke uvjete pomoću karakteristike sredine i načina života fosilne mikrofaune.

Foraminifere i ostrakodi su uglavnom bentičke epifitske vrste koje obitavaju u toplom, plitkom morskom okolišu bočatih uvjeta, nekih infaunalnih vrsta (*Nonion*, *Ammonia*), te *Miliolina* koje vole više svježju, slađu i dobro prozračenu vodu.

Slojevi pokazuju kontinuiran slijed u taloženju.

Okoliš je šelf vjerojatne dubine 70 do 100 m gdje se osjeća utjecaj sa kopna, gdje se događa pretaloživanje badenskih fosila te fosila iz plićih priobalnih dijelova. Periodi u okolišu su jako izraženi i promjenjivi što se vidi po laminaciji slojeva.

U sloju 6 ima promjena usastavu fosilne zajednice, pojavljuje se tipičan predstavnik slatkih voda, ostrakod *Darvinulla* sp., što ukazuje na jače oslađivanje i regresivni trend, te se pojavljuje foraminifera *Varidentella reussi* (Bogdanowitz) koja je značajna za period donjeg sarmata Transilvanijskog bazena unutar E. reginum zone (tablica 4).

U sloju 7 revitalizira se fosilna fauna predstavnika zone E. haernium kao iz sloja 4, s redukcijom foraminifera i povećanjem krupnih ostrakoda. Pojavljuje se *Varidentella reussi* (Bogdanowitz) koja je značajna za period donjeg sarmata Transilvanijskog bazena unutar zone E. reginum. Očit je ponovni transgresivni trend plitkog, bočatog okoliša unutarnjeg do vanjskog šelfa, dubine 70 do 100 m s kontinentalnim utjecajem.

Prisutstvo vrste *Varidentella reussi* (Bogdanowitz) u sloju 6 i 7 ukazuje da su ti slojevi stariji od sloja 4, što bi dovelo do zaključka da na terenu slojevi nisu u superpozicijskom rasporedu nego su inverzni, točnije, da su uzorci iz prebačenog krila bore.

7. Literatura

BAJRAKTAREVIĆ, Z. (1982): O nekim mikrofosilima- nanofosilima prednjeg miocena (baden-sarmat s.. str.) sjeverne Hrvatske. 10. jub. Kong. Jugosl., 1, 137-142, Budva.

BAJRAKTAREVIĆ, Z. (1984): Primjene mikrofosilnih zajednica i nanofosila u biostratigrafskoj klasifikaciji srednjeg miocena sjeverne Hrvatske. Acta geol. 14/1 (Prirod. Istraž. JAZU 49), 1-34.

BAKRAČ, K. (2005): Palinološka karakterizacija naslaga srednjeg i gornjeg miocena jugozapadnog dijela Panonskog bazena. Disertacija, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, 173 str., Zagreb.

BAKRAČ, K.; KOCH, G. & SREMAC, J. (2012): Middle and Late Miocene palynological biozonation of the south-western part of the Central Paratethys (Croatia), Geologia Croatica, 65/2, 207-222, Zagreb.

BRANZILA, M. (2004): Foraminifera assemblages of the backbulge depozone from the Moldavian platform-The Basbarian-coaralian. Acta Paleontologica Romaniae, 45-54.

CORNEE, J.J.; MOISSETTE, P.; SAINT MARTIN, J.P.; KAZMERS, M.; TOTH, E., GOROG, A.; DULAI, A. & MULLER, P. (2009): Marine carbonate system in the Sarmatian (Middle Miocene) of the Central Paratethys: the Zsambek Basin of Hungary. Sedimentology, 56, 1728-1750, Budapest.

ĆORIĆ, S.; PAVELIĆ, D.; ROGL, F.; MANDIĆ, O.; VRABAC, S.; AVANIĆ, R.; JERKOVIĆ, L. & VRANJKOVIĆ, A. (2009): Revised Middle Miocene datum for initial marine flooding of North Croatian Basins (Pannonian Basin System, Central Paratethys). Geologia Croatica, 62/1, 31-43, Zagreb.

FILIPESCU, S. (2004): Anomalinoidea dividens bioevent at the Badenian/Sarmatian boundary- a response to Paleogeographic and paleoenvironmental changes. Studia universitatis Babes-Bolyai, Geologica, 2, 21-26.

FILIPESCU, S.; MIKLEA, A.; GROSS, M.; HARZHAUSER, M.; ZAGORSEK, K. & JIPA, K. (2014): Early Sarmatian paleoenvironments in the easternmost Pannonian Basin (Borod depression, Romania) revealed by micropaleontological data, Geologica Carpathica, 67-81.

- FILIPESCU, S.; WANEK, F.; MICLEA, A.; DE LEEUW, A. & VASILIEV, J. (2011): Micropaleontological response to the changing paleoenvironment across the Sarmat-Pannonian boundary in the Transilvanian basin. *Geologica Carpathica*, 62, 1, 91-102, Bukuresti.
- FORDINAL, K.; ZAGORŠEK, K. & ZLINSKA, A. (2006): Early Sarmatian biota at the northern part of the Danube Basin (Slovakia). *Geologica Carpathica*, 57/2, 123-130.
- GALOVIĆ, I. & BAJRAKTAREVIĆ, Z. (2006): Sarmatian Biostratigraphy of the Mountain Medvednica at Zagreb based on siliceous microfossils (North Croatia, Central Paratethys). *Geologica Carpathica*, 57, 199-210.
- GEBHARDT, H.; ZORN, I. & ROETZEL, R. (2009): The Initial phase of the early Sarmatian (middle Miocene) Transgression. Foraminiferal and Ostracod assemblages from an incised valley fill in the molasse basin of lower Austria. *Austrian journal of earth sciences*, 103/2, 100-119.
- GORJANOVIĆ-KRAMBERGER, D (1908): Geologijaska pregledna karta Kraljevine Hrvatske i Slovenije. Tumač geološkoj karti Zagreb (Zona 22, vol.24), 75 str., 6 tab., 1 geol. Tekt. Karta, Zagreb.
- GROSS, M.; HARTZHAUSER, M.; MANDIĆ, O.; PILLER, W. E.; & ROGL, F. (2007): A Stratigraphic enigma: the age of the neogene deposits of Gratz (Styrian basin, Austria), *Joannea Geologia Paleontologia*, 9, 195-220.
- HARTZHAUSER, M. & MANDIĆ, O. (2008): Neogene lake systems of Central and South-Eastern Europe: Faunal diversity, gradients and interrelations. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 260, 417-434, Wien.
- HARTZHAUSER, M. & PILLER, E. W. (2004): Integrated stratigraphy of the Sarmatian (Upper middle Miocene) in the Western Central Paratethys, *Stratigraphy*, 1/1, 1-12.
- HARTZHAUSER, M. & PILLER, E. W. (2004): The early Sarmatian- hidden seesaw changes. *Cour. Forsch.- Inst. Senckenberg.*, 246, 89-111, Frankfurt.
- JASIONOWSKI, M. & PERYT, D. (2012): Sarmatian foraminiferal assemblages of cavern fillings of the Badenian reefs of Medobory (Polupanivka, western Ukraine). *Biuletyn państwowego instytutu Geologicznego*, 449, 175-184.
- JASIONOWSKI, M.; PERYT, T. & PERYT, D. (2012): Neptunian dykes in the Middle Miocene reefs of western Ukraine: preliminary results. *Geological Quarterly*, 56/4, 881-894.

- JIMMENEZ-MORENO, G.; RODRIGUEZ-TOVAR, F.J.; PARDO-IGUIGUIZA, E.; FAUQUETTE, S.; SUC, J.P.; MULLER, P. (2005): High-resolution palynological analysis in the late-early middle Miocene core of the Pannonian Basin, Hungary: climatic changes, astronomical forcing and eustatic fluctuations in the Central Paratethys. *Science direct*. 216, 1-2, 73-97.
- KOCHANSKY, V. (1944): Fauna marinskog miocena južnog pobočja Medvednice (Zagrebačke gore). *Geološki vjesnik, Hrv. drž. geol. zav. Hrv. drž. geol. muz.*, vol. 2/3, 171-280.
- KOCHANSKY- DEVIDE, V. (1956): O fauni marinskog miocena i o tortonskom „šliru“ Medvednice. *Geološki vjesnik*, 10/1956, 39-50, Zagreb.
- KOVAČ, M.; BARATH, I.; HARZHAUSER, M.; HLAVATÝ, I. & HUDAČKOVA, N. (2004): Miocene depositional systems and sequence stratigraphy of the Vienna Basin. *Cour. Forsch.-Ins. Senckenberg*, 246, 187-212.
- LEEVEER, K. A.; MATENCO, L.; GARCIA-CASTELLANOS, D. & CLOETING, S. A. P. L.(2010): The evolution of the Danube gateway between Central and Eastern Paratethys (SE Europe): insight from numerical modelling of the causes and effects of connectivity between basins and its expression in the sedimentary records. *Tectonophysics*, 502, 175-195.
- MAJSTOROVIĆ-BUŠIĆ, A.; SREMAC, J. & PEKČEC, M. (2015): Middle Miocene deposits in the area of Sveta Nedjelja. *Međunarodni znanstveni skup- 100-ta obljetnica rođenja akademkinje Vande Kochansky-Devide*. 65.
- MALVIĆ, T. (2012): Review of Miocene shallow marine and lacustrine depositional environments in Northern Croatia. *Geological Quarterly*, 56/, 493-504.
- MALVIĆ, T. & VELIĆ, J. (2011): Neogene Tectonics in Croatian part of the Pannonia. In: *Tectonics*, Schattner, U. (eds), InTech, Rijeka.
- MURRAY, J. (2006): *Ecology and Applications of Benthic Foraminifera*, Cambridge university press, 1-440, Cambridge.
- PALCU, DAN V.; TULBURE, M.; BARTOL, M.; KOUWENHOVEN, TANJA J. & KRIJGSMAN, W. (2015): The Badenian-Sarmatian Extinction event in the Carpathian foredeep basin of Romania: paleogeographic changes in the Paratethys domain. *Global and Planetary Change*. Doi: 10.1016/j.gloplacha.2015.08.014.

- PAMIĆ, J.; GUŠIĆ, I. & JELASKA, V. (1998): Geodynamic evolution of the Central Dinarides, 279, 251-268.
- PAPP, A.; CICHÁ, I.; SENEŠ, J. & STEININGER, F. (1978): Chronostratigraphie und Neostratotypen miozan den Zentralen Paratethys. Badenien, Verlag der Slowak, Akd. Der Viessen, 594 str, Bratislava.
- PAPP, A. & SHMID, E. M. (1985): Die Fossilem Foraminiferen des tertiären Beckens von Wien, Abhandlungen der Geologischen Bundesanstalt, Band 37, 1-311, Wien.
- PAVELIĆ, D. (2001): Tectonostratigraphic model of the North Croatian and the North Bosnian sector of the Middle Miocene panonian Basin system, Basyn research, 12, 359-376, Zagreb.
- PAVELIĆ, D. (2002): The south-western boundary of Central Paratethys. Geologia Croatica, 55, 1, 83-92.
- PEZELJ, Đ.; SREMAC, J. & SOKAČ, A. (2007): Paleoeology of the late Badenian foraminifera and ostracoda from the SW Central Paratethys (Medvednica Mt., Croatia), Geologia Croatica, 60/2, 139-150, Zagreb.
- PEZELJ, Đ.; MANDIĆ, O. & ČORIĆ, S. (2013): Paleoenvironmental dynamics in the southern Pannonian Basin during initial middle miocene marine flooding. Geologia Carpathica, 64, 1, 81-100.
- PEZELJ, Đ.; SREMAC, J. & BERMANEC, V. (2016): Shallow-water benthic foraminiferal assemblages and their response to paleoenvironmental changes- example from the Middle Miocene of Medvednica Mt. (Croatia, Central Paratethys). Geologica Carpathica, 67, 329-345.
- PEZELJ, Đ.; SREMAC, J.; KOVAČIĆ, M.; ALAGIĆ, S. & KAMPIĆ, Š. (2017): Middle Miocene Badenian-Sarmatian sedimentary sequence in the area of Donje Orešje (Medvednica Mt., Croatia). Neogene of the Paratethys region, 7th International workshop on the Neogene of the Central and South-Eastern Europe. 46-47.
- PILLER, E. W.; HARZHAUSER, M. & OLEG, M. (2007): Miocene central Paratethys stratigraphy- current status and future directions, Stratigraphy, 4, 2/3, 151-168.
- PILLER, E. W. & HARTZHAUSER, M. (2005): The Myth of the brackish Sarmatian sea, Terra nova, 17, 450-455.

- POPESCU, G. & CRIHAN, I. M. (2008): Contribution to the knowledge of the Rotaliiform Foraminifera from the marine Middle Miocene deposits from Romania. *Acta Paleontologica Romaniaae*, 6, 287-324.
- POPOV, V. S.; SHCHERBA, G. I.; ILYNA, B. L.; NAVESSKAYA, A. L.; PARAMONOVA, P. N.; KHONDKARIAN, O. S. & MAGYAR, I. (2006): Late Miocene to Pliocene Paleogeography of the Paratethys and its relations to the Mediterranean. *Palaeo* 238, , 91-106.
- SAFTIĆ, B.; VELIĆ, J.; SZTANO, O.; JUHAS, G.; & IVKOVIĆ, Ž. (2003): TerTiary subsurface facies, source rocks and hydrocarbon reservouirs in the SW part of the Pannonian Basin (northern Croatia ad south-western Hungary). *Geologia Croatica*, 56, 1, 101-122.
- SCHWARZHANS, W.; BRADIĆ, K. & RUNDIĆ, LJ. (2015): Fish Othilites from the Marine-Brackish vater transition from the Middle Miocene of the Belgrade area, Serbia. *Palaontol*, 1-23.
- SILYE, L. (2010): Sarmatian Foraminiferal assemblages from SouthernTransylvanian Basin and their significance for the reconstruction of depositional enviroments. Faculty of Geology and Biology, PhD thesis, Cluj-Napoca, 1-16.
- STOICA, M.; MELINTE-DOBRINESCU, C. M. & PALCU, D. (2012): Paratethys-Mediterranean interactions: enviromental cryses during the Neogene. RCMNS Interim Colloquium, 27-30, 1-134, Bucharest.
- ŠIKIĆ, K. (1995): *Geološki vodić Medvednice*. 199 str., Institut za Geol. istr., Ina-Industrija nafte, d.d. Naftaplin, Zagreb.
- ŠIKIĆ, L. (1967): Torton i sarmat jugozapadnog dijela Medvednice na osnovu faune foraminifera. *Geološki vjesnik* 20, 127-135.
- ŠIKIĆ, L. (1968): Stratigrafija miocena sjeveroistočnog dijela Medvednice na osnovu faune foraminifera, *Geološki vjesnik*, 21, 213-227.
- TOTH, E. (2008): Sarmatian (Middle Miocene) Ostracod fauna from the Zzsambek Basyn, Hungary. *Geologica Panonnica*, 36, 101-151.
- TOTH, E. & GOROG, A. (2008): Sarmatian foraminifera fauna from Budapest (Hungary). Department of Paleontology at Budapest University- A Jubilee volume *Haantkeniana*, 6, 187-217, Budapest.

- TOTH, E.; GOROG, A.; LECUYER, C.; MOISSETTE, P.; BALTER, V. & MONOSTORI, M. (2010): Paleoenvironmental reconstruction of the Sarmatian (Middle Miocene) Central Paratethys based on paleontological and geochemical analyses of foraminifera, ostracods, gastropods and rodents. *Geological Magazine*, 147/2, 299-314.
- TROSKOT-ČORBIĆ, T.; VELIĆ, J. & MALVIĆ, T. (2009): Comparison of the Middle Miocene and the Upper Miocene source rock formation in the Sava depression (Pannonian Basin, Croatia). *Geologica Croatica*, 62/2, 123-133.
- VASILIEV, L.; BAKRAČ, K.; KOVAČIĆ, M.; ABDUL AZIZ, H. & KRIJGSMAN, W. (2007): Paleomagnetic results from the Sarmatian/Pannonian Boundary in North-Eastern Croatia (Vranović section, Našice Quarry), *Geologia Croatica*, 60/2, 151-163.
- VELIĆ, J. (2007): *Geologija ležišta nafte i plina*. Udžbenik. Sveučilište u Zagrebu, 342 str.
- VELIĆ, J.; WEISSER, M.; SAFTIĆ, B.; VRBANAC, B. & IVKOVIĆ, Ž. (2002): Petroleum-geological characteristics and exploration level of the three Neogene depositional megacycles in the Croatian part of the Pannonian Basin. *Nafta*, 53, 6-7, 239-249.
- VRŠALJKO, D. (2003): *Biostratigrafija miocenskih naslaga Žumberačkog i Samoborskog gorja na temelju mekušca*, Doktorska disertacija, Prirodoslovno-matematički fakultet, sveučilište u Zagrebu, 147 str., Zagreb.
- VRŠALJKO, D.; PAVELIĆ, D. & BAJRAKTAREVIĆ, Z. (2005): Stratigraphy and Paleogeography of Miocene deposits from the marginal area of Zumberak Mt. And the Samoborsko gorje Mts. (Northwestern Croatia). *Geologia Croatica*, 58/2, 133-150.
- VRŠALJKO, D.; PAVELIĆ, D.; MIKNIĆ, M.; BRKIĆ, M.; KOVAČIĆ, M.; HEĆIMOVIĆ, I.; HAJDEK-TADESSE, V.; AVANIĆ, R. & KURTANJEK, N. (2006): Middle Miocene (Upper Badenian/Sarmatian) Paleogeology and Evolution of the environments in the area of Medvednica Mt. (North Croatia). *Geologica Croatica*, 59/1, 51-63.
- ZEČEVIĆ, M.; VELIĆ, J.; SREMAC, J.; TROSKOT-ČORBIĆ, T. & GARAŠIĆ, V. (2010): Significance of the Badenian petroleum source rocks from Krndija Mt. (Pannonian Basin, Croatia). *Geologia Croatica*, 63/2, doi: 104154/gc.2010.19.

8. Popis slika u tekstu

Slika 1: lokacijska karta područja izdanka. (izvor: Google earth, 26.01.2016.).....	1
Slika 2: panoramski prikaz izdanka	2
Slika 3: Evolucija prolaza između bazena centralnog i istočnog Praratetisa tijekom srednjeg Miocena.....	5
Slika 4. Paleogeografska karta Centralnog Paratethysa, srednji miocen (Rogl, 1998: prilagođeno iz Vrsaljko et al, 2006, preuzeto iz Majstorović Bušić, 2016).....	7
slika 5: fosilna zajednica	19
Slika 6: Sarmatski ostrakodi.....	34
Slika 7: značajni predstavnici E.hauernium zone.....	36
Slika 8: Razvoj okoliša, baden-sarmat (preuzeto iz Vrsaljko, 2006)	37

9. Popis tablica u tekstu

Tablica 1: Podjela Miocena sa korelacijom Mediteranskog područja, centralnog i istočnog Paratethysa (Leever et al., 2010).....	3
Tablica 2: Glavni tektonski događaji u neogenu hrvatskog dijela Panonskog bazena (prilagođeno iz Malvić & Velić, 2011, preuzeto iz Ana Majstorović Bušić, seminar I, 2011)	6
Tablica 3: Raspon determiniranih razdoblja sarmata u centralnom bazenu Paratetisa (Palcu et. al, 2015.).....	10
Tablica 4: Pojednostavljena podjela sarmata na temelju foraminifera (Toth et. al, 2010.).....	11
Tablica 5: Kronostratigrafski prikaz centralnog Paratethysa sa korelacijom vapnenačkih nanoplanktonskih zona sistematizirano od Miller, 1971., pojednostavljeno u Piller et. al., 2007. preuzeto iz Ćorić et. al., 2009.	23
Tablica 6: Distribucija nanoplanktona po uzorcima.....	24
Tablica 7: Distribucija fosila za uzorak DV-SvN B4	28
Tablica 8: Distribucija fosila za uzorak DV-SvN B6	29
Tablica 9: Distribucija fosila za uzorak DV-SvN B7	30

10. Table

TABLA 1

MINERALNA ZRNA:

1. Hematitizirano, limonitizirano
2. Framboidalni pirit
3. limonitizirano vapnenačko zrno s uklopcima framboidalnog pirita
4. kvarc
5. kalcit
6. gips
7. gips
8. kristali kalcita
9. sferula

TABLA 2

MINERALNA ZRNA:

1. Glaukonit
2. Opal
3. Mliječni kvarc
4. Zeleni tinjac
5. galenit

TABLA 1

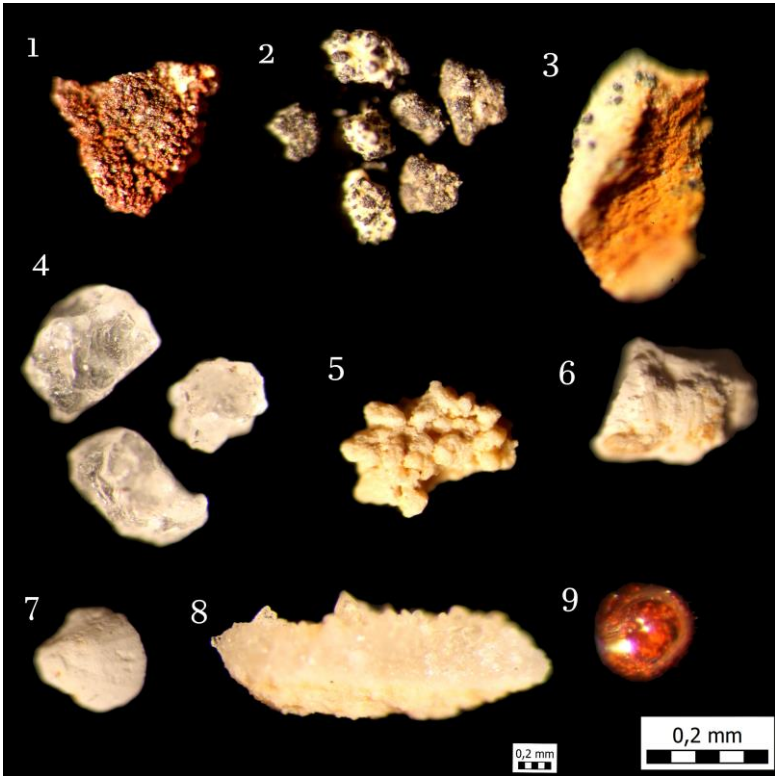


TABLA 2

